



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO DE UN MOTOR
DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTIPUNTO, PARA LA ESCUE-
LA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

JOSÉ VINICIO CALDERÓN CASTRO
LUIS ADRIAN CALUGUILLIN YASCUAL

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

AGRADECIMIENTO

Queremos extender un enorme sentimiento de gratitud hacia todas las personas que contribuyeron de una u otra forma para la realización de este proyecto.

De sobre manera queremos agradecer a nuestra familia, así como también al Ing. Rodrigo Díaz B, director de tesis, y al Dr. Mario Audelo G. asesor de tesis, por su invaluable colaboración durante la ejecución de este trabajo.

f.) José Vinicio Calderón Castro

f.) Luis Adrian Caluguillin Yascual

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado todo lo necesario para no desmayar en la lucha por cumplir con mis objetivos trazados, y ayudarme a superar todas las barreras que se me interpusieron en la difícil vida estudiantil, a mi familia por el apoyo brindado siempre durante el trayecto de mi carrera.

Dedico también este proyecto, a todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica, de los cuales aprendí además de las cátedras impartidas, valores, que seguro estoy, me serán de utilidad para enfrentar mi futura vida profesional.

José Vinicio Calderón

Dedico esta tesis sobre todo a Dios por darme la vida, la fuerza para seguir luchando pese a las dificultades que se presentan en mi camino, a mi padre que me hace mucha falta pero yo se que desde el cielo me estará cuidado y dándome la fuerza necesaria para seguir adelante en mi sueño de ser un profesional de bien.

Dedico también esta tesis a mi madre que es mi gran tesoro por haberme inculcado valores que han sido los que me han llevado al lugar en el que hoy en día estoy, a mis hermanos y hermanas por ser los que me impulsen a seguir adelante, a mis profesores por ser una mano amiga en mi vida estudiantil por haber compartido sus conocimientos que han sido de gran ayuda en mi formación académica y personal.

Luis Adrian Caluguillin Yascual

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación técnico-económica.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Fundamentos del motor.....	3
2.1.1 Funcionamiento del motor.....	4
2.1.1.1 Principio de funcionamiento teórico del motor de explosión de 4 tiempos.....	4
2.1.1.2 Principio de funcionamiento práctico de los motores de 4 tiempos.....	6
2.1.2 Elementos del motor.....	10
2.1.2.1 Bloque.....	11
2.1.2.2 Culata.....	12
2.1.2.3 Pistón.....	13
2.1.2.4 Segmentos.....	14
2.1.2.5 Biela.....	15
2.1.2.6 Cojinetes.....	16
2.1.2.7 Cigüeñal.....	18
2.1.2.8 Volante de inercia.....	20
2.1.2.9 Colector de admisión y escape.....	20
2.1.2.10 Distribución.....	21
2.1.2.11 Árbol de levas.....	22
2.1.2.12 Sistema de mando.....	23
2.1.2.13 Válvulas.....	24
2.1.2.14 Muelles.....	25
2.1.2.15 Balancines.....	26
2.1.2.16 Varillas empujadoras.....	26
2.1.2.17 Taqués.....	27
2.1.3 Accesorios del motor.....	28
2.1.4 Diferentes sistemas que constituyen un motor.....	29
2.1.4.1 Sistema de alimentación de combustible.....	29
2.1.4.2 Sistema de escape.....	31
2.1.4.3 Sistema de lubricación.....	33
2.1.4.4 Sistema eléctrico.....	36
2.1.4.5 Sistema de encendido.....	38
2.1.4.6 Sistema de refrigeración.....	41
2.1.5 Medidas de los parámetros característicos del motor	44
2.1.5.1 Diámetro interior del cilindro.....	44
2.1.5.2 Cilindrada.....	45

2.1.5.3	Relación de compresión.....	45
2.1.5.4	Rendimiento volumétrico.....	46
2.1.5.5	Curvas características de los motores de combustión interna.....	47
2.1.5.6	Curva de potencia.....	48
2.1.5.7	Curva de par.....	48
2.1.5.8	Consumo específico.....	48
2.2	Sistema de inyección electrónica.....	50
2.2.1	Principio de funcionamiento de la inyección electrónica.....	50
2.2.1.1	Unidad de control electrónico.....	50
2.2.1.2	Funciones de la ECU.....	52
2.2.1.3	Circuito hidráulico.....	54
2.2.1.4	Ventajas del sistema de inyección electrónica de combustible.....	56
2.2.2	Clasificación de los sistemas de inyección electrónica.....	58
2.2.2.1	Según el lugar donde inyectan.....	58
2.2.2.2	Según el número de inyectores.....	59
2.2.2.3	Según el número de inyecciones.....	60
2.2.2.4	Según las características de funcionamiento.....	61
2.2.3	Sensores y actuadores.....	61
2.2.3.1	Sensores.....	62
2.2.3.1.1	Sensor TPS.....	62
2.2.3.1.2	Sensor IAT.....	66
2.2.3.1.3	Sensor CKP.....	69
2.2.3.1.4	Sensor CMP.....	73
2.2.3.1.5	Sensor KS.....	77
2.2.3.1.6	Sensor MAP.....	79
2.2.3.1.7	Sensor ECT.....	82
2.2.3.1.8	Sensor O ₂	84
2.2.3.2	Actuadores.....	87
2.2.3.2.1	Relé.....	87
2.2.3.2.2	Válvula IAC.....	88
2.2.3.2.3	Válvula EGR.....	89
2.2.3.2.4	Inyectores.....	93
2.2.3.2.5	Bomba de combustible.....	95
2.2.4	Estrategias de funcionamiento.....	98
2.2.4.1	Gestión de lazo o bucle abierto.....	98
2.2.4.2	Gestión de lazo o bucle cerrado.....	99
2.2.5	Instrumentos de medición sistemas de inyección electrónica.....	99
2.2.5.1	Multímetro automotriz.....	99
2.2.5.1.1	Medición de la resistencia eléctrica.....	100
2.2.5.1.2	Medición audible de continuidad.....	101
2.2.5.1.3	Medición de tensión eléctrica.....	101
2.2.5.1.4	Utilización de la función MIN/MAX.....	101
2.2.5.1.5	Medición de la intensidad de corriente (amperaje).....	101
2.2.5.1.6	Medición de rotación (rpm).....	102
2.2.5.1.7	Medición de frecuencia (Hz).....	102
2.2.5.1.8	Medición de temperatura.....	102
2.2.5.1.9	Medición del ángulo de permanencia (DWELL).....	102

2.2.5.1.10	Medición del ciclo de trabajo (%DUTY).....	103
2.2.5.1.11	Medición del tiempo de inyección (ms PULSE).....	103
2.2.5.2	Analizador de polaridad.....	103
2.2.5.3	Osciloscopio.....	104
2.2.5.4	Scanner.....	105
2.2.5.4.1	¿Qué es el OBD-II?.....	105
2.2.5.4.2	EOBD - European On-Board Diagnostic.....	105
2.2.5.4.3	Anatomía de los DTC (Diagnostic Trouble CODES).....	106
2.2.5.4.4	Scanner para OBD II.....	108
2.2.6	Diagnóstico de fallas.....	109
3.	CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y MONTAJE DEL MOTOR Y SUS RESPEC- TIVOS ELEMENTOS	
3.1	Diseño de la estructura del bastidor	111
3.1.1	Dibujo de la estructura.....	111
3.1.2	Cálculo estructural.....	112
3.1.3	Construcción del bastidor.....	115
3.1.3.1	Procedimiento de construcción.....	116
3.2	Montaje del motor sobre el bastidor.....	118
3.2.1	Montaje del motor y sus accesorios: radiador, batería, sistema de admisión y de escape.....	119
3.2.1.1	Radiador y depósito de expansión de refrigerante.....	119
3.2.1.2	Batería.....	120
3.2.1.3	Sistema de admisión.....	121
3.2.1.4	Sistema de escape.....	122
3.2.1.5	Tanque de combustible.....	123
3.3	Instalación del panel de instrumentos.....	124
3.3.1	Panel de instrumentos original y luces testigo.....	125
3.3.2	Acelerador.....	126
3.3.3	Switch de encendido.....	127
3.3.4	Conector de diagnóstico OBDII.....	127
4.	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DIGITAL PARA CREACIÓN DE AVERÍAS DEL MOTOR	
4.1	Instalación de la ECU.....	128
4.1.1	Conector.....	128
4.1.2	Cableado.....	128
4.1.3	Código de colores de los cables.....	129
4.2	Conexión de sensores y actuadores.....	129
4.2.1	Sensores.....	129
4.2.1.1	Sensor IAT.....	129
4.2.1.2	Sensor ECT.....	131
4.2.1.3	Sensor MAP.....	132
4.2.1.4	Sensor CKP.....	133
4.2.1.5	Sensor CMP.....	134
4.2.1.6	Sensor KS.....	135
4.2.1.7	Sensor O2 (con calefactor).....	137

4.2.1.8	Sensor MTIA.....	138
4.2.2	Actuadores.....	139
4.2.2.1	Bomba de combustible.....	139
4.2.2.2	Inyectores.....	140
4.2.2.3	Bobina de encendido.....	142
4.3	Comprobación de conexiones de sensores y actuadores hacia la ECU.....	143
4.4	Construcción e instalación de un sistema para creación de averías.....	144
4.4.1	Elaboración del circuito para creación de averías	147
5.	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS Y/O PRUEBAS DE LABORATORIO Y NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL EQUIPO	
5.1	Identificación de los componentes y conocimiento de sus propiedades de operación y parámetros.....	150
5.1.1	Nivel de líquido refrigerante.....	150
5.1.2	Nivel de aceite.....	151
5.1.3	Llenado del tanque de combustible.....	152
5.1.4	Batería.....	153
5.1.5	Componentes electrónicos.....	154
5.1.5.1	Manejo de los conectores.....	155
5.1.6	Tablero de instrumentos.....	156
5.1.7	Información general del motor.....	157
5.1.8	Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios.....	158
5.1.9	Operación del motor.....	159
5.2	Ejecución de mediciones típicas, e interpretación de los resultados obtenidos.....	160
5.2.1	Equipos para diagnóstico de fallos.....	160
5.2.2	Medición de señales de sensores	160
5.2.3	Medición de señales de actuadores.....	164
5.3	Conocimiento aplicación de estrategias auténticas de diagnóstico.....	165
5.3.1	Utilización del sistema de creación de averías.....	166
5.4	Normas de seguridad para el correcto uso del banco didáctico dentro del laboratorio de motores.....	167
5.4.1	Riesgos más frecuentes y medidas preventivas	170
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones.....	172
6.2	Recomendaciones.....	172

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1 Corte de un motor a gasolina.....	4
2.2 Secuencias del movimiento realizado por el cigüeñal y el pistón.....	5
2.3 Avance a la apertura de la admisión.....	8
2.4 Retraso al cierre de la admisión.....	8
2.5 Avance a la apertura del escape.....	9
2.6 Retraso del cierre del escape.....	9
2.7 Elementos principales del motor.....	11
2.8 Disposición de los cilindros.....	12
2.9 El bloque.....	12
2.10 Culatas de 2 y 4 válvulas por cilindro.....	13
2.11 Esquema del conjunto pistón-biela-cigüeñal.....	14
2.12 Elementos del pistón.....	14
2.13 Segmentos.....	15
2.14 Biela.....	16
2.15 Cojinete.....	18
2.16 Cigüeñal.....	19
2.17 Órganos principales del motor.....	19
2.18 Volante de inercia.....	20
2.19 Colectores de admisión.....	21
2.20 Colectores de escape.....	21
2.21 Leva.....	23
2.22 Motor con 2 árboles de levas en culata.....	23
2.23 Sistema de mando por piñones.....	24
2.24 Sistema de mando por correa.....	24
2.25 Sistema de mando por cadena.....	24
2.26 Sistema de fijación de la válvula y mecanismo de cierre.....	25
2.27 Muelles de válvula.....	26
2.28 Balancín.....	26
2.29 Varilla empujadora.....	26

2.30	Taqué.....	27
2.31	Posicionamiento de un taqué con posibilidad de reglaje sobre la culata.....	27
2.32	Taqué hidráulico.....	28
2.33	Sistema de alimentación de combustible por inyección electrónica.....	30
2.34	Sistema de escape, con sus distintos elementos.....	31
2.35	Catalizador.....	32
2.36	Circuito de lubricación por presión total.....	34
2.37	Constitución de un filtro de aceite.....	35
2.38	Alternador.....	37
2.39	Circuito de arranque.....	37
2.40	Constitución de un motor de arranque.....	38
2.41	Elementos del sistema de encendido convencional.....	39
2.42	Esquema de los elementos de un sistema de refrigeración por líquido.....	43
2.43	Funcionamiento del termostato.....	43
2.44	Diámetro interno del cilindro y carrera del pistón.....	44
2.45	Curvas características de un motor de ciclo OTTO.....	47
2.46	Esquema de un sistema de inyección electrónica y sus componentes.....	50
2.47	Depósito de combustible.....	54
2.48	Filtro de combustible.....	55
2.49	Regulador de presión de combustible.....	56
2.50	Riel de inyectores.....	56
2.51	Evolución de los sistemas de alimentación.....	58
2.52	Tipos de inyección indirecta de gasolina.....	59
2.53	Sistema de inyección mono punto y multipunto.....	60
2.54	Comparación de los tipos de inyección.....	61
2.55	Diagrama de flujo del funcionamiento de un sensor en general.....	62
2.56	Sensor TPS.....	63
2.57	Circuito eléctrico del sensor TPS.....	63
2.58	Circuito eléctrico del sensor TPS con contacto de switch.....	63
2.59	Forma de onda del sensor TPS.....	64
2.60	Sensor IAT.....	67

2.61	Circuito eléctrico del sensor IAT.....	67
2.62	Forma de onda del sensor IAT.....	68
2.63	Sensor CKP.....	69
2.64	Sensor tipo hall.....	70
2.65	Sensor tipo inductivo.....	70
2.66	Forma de onda del sensor de posición del cigüeñal (Hall).....	72
2.67	Forma de onda del sensor de posición del cigüeñal (Inductivo).....	72
2.68	Forma de onda del sensor tipo opto-eléctrico CMP y CKP en el distribuidor...	72
2.69	Sensor de posición de árbol de levas (CMP).....	73
2.70	Sensor tipo hall.....	74
2.71	Sensor tipo inductivo.....	74
2.72	Forma de onda del sensor de posición de árbol de levas (Hall).....	75
2.73	Forma de onda del sensor de posición de árbol de levas (Inductivo).....	76
2.74	Sensor KS.....	77
2.75	Circuito eléctrico del sensor KS.....	78
2.76	Forma de onda del sensor de detonación KS.....	78
2.77	Sensor MAP.....	79
2.78	Circuito eléctrico del sensor MAP.....	80
2.79	Forma de onda del sensor MAP.....	80
2.80	Sensor ECT.....	82
2.81	Circuito eléctrico del sensor ECT.....	82
2.82	Forma de onda del sensor ECT.....	83
2.83	Sensor O ₂	85
2.84	Circuito eléctrico del sensor O ₂	85
2.85	Forma de onda del sensor de O ₂	86
2.86	Relé.....	88
2.87	Numeración de pines de relé.....	88
2.88	Válvula IAC.....	89
2.89	Pines válvula IAC.....	89
2.90	Válvula EGR.....	90
2.91	Válvula neumática EGR.....	90

2.92	Válvula eléctrica EGR.....	91
2.93	Sistema de recirculación de gases EGR.....	91
2.94	Inyector.....	94
2.95	Forma de onda inyector.....	95
2.96	Bomba de combustible.....	96
2.97	Diagrama eléctrico bomba de combustible.....	96
2.98	Multímetro.....	99
2.99	Medición de la resistencia eléctrica.....	100
2.100	Medición de tensión eléctrica.....	101
2.101	Función MIN/MAX.....	101
2.102	Medición de la intensidad de corriente.....	102
2.103	Medición de la rotación (rpm).....	102
2.104	Medición del ángulo de permanencia (DWELL).....	103
2.105	Medición del ciclo de trabajo (%DUTY).....	103
2.106	Analizador de polaridad.....	104
2.107	Osciloscopio.....	105
2.108	Scanner.....	105
2.109	Conector OBDII.....	106
3.1	Estructura soportante.....	112
3.2	Medidas tubo cuadrado.....	113
3.3	Vista en 3D del diseño ingresado en el software	114
3.4	Muestra de resultados en SAP2000 v14.....	115
3.5	Construcción de la estructura soportante.....	116
3.6	Ruedas industriales.....	117
3.7	Bases de goma del motor.....	117
3.8	Bases soportantes.....	118
3.9	Montaje del motor sobre la estructura.....	119
3.10	Montaje del radiador.....	120
3.11	Montaje del depósito de expansión de refrigerante.....	120
3.12	Montaje de la batería.....	121
3.13	Filtro de alta turbulencia.....	122

3.14	Tubo de escape.....	122
3.15	Construcción del tanque de combustible.....	123
3.16	Montaje del tanque en la estructura.....	123
3.17	Visor de nivel de combustible.....	124
3.18	Colocación del tablero plástico.....	125
3.19	Panel de instrumentos original.....	125
3.20	Disposición de los elementos del tablero de instrumentos.....	126
3.21	Acelerador.....	127
3.22	Switch de encendido.....	127
3.23	Conector de diagnóstico OBDII.....	127
4.1	Modulo de control (ECU).....	128
4.2	Conector ECU.....	128
4.3	Nomenclatura de los cables.....	129
4.4	Sensor IAT.....	130
4.5	Conector sensor IAT.....	130
4.6	Diagrama eléctrico sensor IAT.....	130
4.7	Sensor ECT.....	131
4.8	Conector sensor ECT.....	131
4.9	Diagrama eléctrico sensor ECT.....	132
4.10	Sensor MAP.....	132
4.11	Conector sensor MAP.....	132
4.12	Diagrama eléctrico sensor MAP.....	133
4.13	Sensor CKP.....	133
4.14	Conector sensor CKP.....	133
4.15	Diagrama eléctrico sensor CKP.....	134
4.16	Sensor CMP.....	134
4.17	Conector sensor CMP.....	135
4.18	Diagrama eléctrico sensor CMP.....	135
4.19	Sensor KS.....	136
4.20	Conector sensor KS.....	136
4.21	Diagrama eléctrico sensor KS.....	136

4.22	Sensor O ₂	137
4.23	Conector sensor O ₂	137
4.24	Diagrama eléctrico sensor O ₂	138
4.25	Sensor MTIA.....	138
4.26	Conector sensor MTIA.....	138
4.27	Diagrama eléctrico del sensor MTIA.....	139
4.28	Bomba de combustible.....	139
4.29	Conector bomba de combustible.....	140
4.30	Diagrama eléctrico bomba de combustible.....	140
4.31	Inyector.....	141
4.32	Conector inyector.....	141
4.33	Diagrama eléctrico inyectores.....	142
4.34	Bobina de encendido.....	142
4.35	Conector bobina de encendido.....	142
4.36	Diagrama eléctrico bobinas de encendido.....	143
4.37	Instalación cableado principal.....	143
4.38	Conexión de relés y transistores.....	146
4.39	Visualización del software para creación de averías.....	146
4.40	Diagrama circuito de creación de averías.....	148
4.41	Circuito de creación de averías.....	149
5.1	Verificación nivel de refrigerante.....	151
5.2	Verificación nivel de aceite.....	152
5.3	Llenado tanque de combustible.....	153
5.4	Llenado de electrolito de la batería.....	154
5.5	Manipulación correcta de conectores.....	155
5.6	Manipulación incorrecta de conectores.....	155
5.7	Tablero de instrumentos.....	156
5.8	Luces testigo del tablero de instrumentos.....	157
5.9	Forma de onda sensor MTIA.....	162
5.10	Forma de onda sensor CKP.....	162
5.11	Forma de onda sensor CMP.....	163

5.12	Forma de onda sensor MAP.....	163
5.13	Forma de onda sensor KS.....	163
5.14	Forma de onda sensor O ₂	163
5.15	Forma de onda bobina.....	165
5.16	Forma de onda inyector.....	165

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
I.	VALORES DE TEMPERATURAS Y RESISTENCIAS IAT.....	68
II.	VALORES DE TEMPERATURAS Y RESISTENCIAS ECT.....	84
III.	ESPECIFICACIONES TUBO CUADRADO ESTRUCTURAL.....	113
IV.	MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR.....	116
V.	CÓDIGO DE COLORES DE LOS CABLES.....	129
VI.	CONEXIÓN SENSOR IAT A LA ECU.....	130
VII.	CONEXIÓN SENSOR ECT A LA ECU.....	131
VIII.	CONEXIÓN SENSOR MAP A LA ECU.....	133
IX	CONEXIÓN SENSOR CKP A LA ECU.....	134
X	CONEXIÓN SENSOR CMP A LA ECU.....	135
XI	CONEXIÓN SENSOR KS A LA ECU.....	136
XII	CONEXIÓN SENSOR O ₂ A LA ECU.....	137
XIII	CONEXIÓN SENSOR MTIA A LA ECU.....	139
XIV	CONEXIÓN BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	140
XV	CONEXIÓN INYECTORES A LA ECU.....	141
XVI	CONEXIÓN BOBINA DE ENCENDIDO A LA ECU.....	143
XVII	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN EL CIRCUITO.....	148
XVIII	INFORMACIÓN GENERAL DEL MOTOR.....	157
XIX	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR.....	158
XX	MEDICIÓN SEÑALES DE LOS SENSORES.....	161
XXI	MEDICIÓN SEÑALES DE LOS ACTUADORES.....	164

LISTA DE ABREVIACIONES

ECU	Unidad de control electrónica
IAT	Sensor de temperatura del aire
ECT	Sensor de temperatura de refrigerante
O2	Sensor de oxígeno
TPS	Sensor de posición de mariposa del acelerador
MAP	Sensor de posición absoluta
KS	Sensor de detonación
CKP	Sensor de posición del cigüeñal
CMP	Sensor de posición del árbol de levas
ECT	Sensor de temperatura del motor
NTC	Coeficiente térmico negativo
ALDL	Conector de datos bidireccionales
ON	Posición activada
OFF	Posición desactivada
SAE	Sociedad Ingenieros Automotrices
RPM	Revoluciones por minuto
WOT	Mariposa totalmente abierta
OBD-II	On-Board diagnostics II generation
MIL	Malfunction indicator light
EOBD	European on board diagnostic
DTC	Código de diagnóstico
KOEO	Key on engine off
KOER	Key on engine running

SUMARIO

Se ha construido un Banco Didáctico de un Motor de Inyección Electrónica Multipunto, para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la capacitación técnica de los estudiantes.

Adquirimos un motor con sistema de alimentación electrónica de combustible, el cual fue sometido a un riguroso proceso de mantenimiento y adaptación, para que pueda operar de forma eficaz montado sobre un bastidor, el cual fue diseñado para cumplir con los requerimientos necesarios, además de ello se ha implementado un sistema digital de simulación de averías, que permite inducir en el motor los fallos más comunes presentados en los motores de vehículos actuales; en la elaboración de dicho sistema, se ha utilizado las herramientas que hoy en día la electrónica moderna facilita; para optimizar el uso de este banco didáctico, se ha considerado las normas de seguridad, operación y mantenimiento; con sus respectivas guías de laboratorio.

Construimos un banco didáctico, que brinda la posibilidad de poseer un motor de inyección electrónica multipunto, con un sistema de simulación de averías, operando en condiciones reales dentro del laboratorio; lo cual permite a los estudiantes, basándose en las guías de laboratorio diseñadas, realizar prácticas tanto de orden electrónico como mecánico, lo cual es muy beneficioso en su preparación técnica.

Recomendamos, tomar en cuenta las normas de seguridad y de mantenimiento de este banco didáctico, para poder salvaguardar la integridad de los estudiantes, así como alargar la vida útil del equipo.

SUMMARY

A Didactic Bank of a Multi-point Electronic Injection Engine has been constructed for the Automotive Engineering School of the ESPOCH, to contribute to the technical-training improvement of the students. A motor with a fuel electronic feeding system was acquired; it was subjected to a rigorous maintenance and adaptation process so that it can operate efficiently mounted on a frame and designed to meet the necessary requirements; moreover a digital fault simulation system has been implemented to permit to induce the most common engine leaks of the actual vehicle motors; in the elaboration of such a system updated electronic modern tools have been used; to optimize the use of this didactic bank security, operation and maintenance norms with their corresponding lab guides have been considered. This didactic bank provides the possibility of having a multi-point electronic injection motor with a leak simulation system operating under real conditions within the lab; this allows the students, based on designed lab guides, to carry out practices of both the electronic and the mechanical field which is beneficial for their technical preparation. It is recommended to take into account the security and maintenance norms of this didactic bank to safeguard the student integrity as well as lengthen the equipment service life.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La Escuela de Ingeniería Automotriz, perteneciente a la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, fue creada en el año 2003, a partir de ese momento la demanda de estudiantes ha sido cada vez mayor, pero lamentablemente, el equipamiento de laboratorios no ha sido proporcional a esta mayor demanda.

El sector de la Industria Automotriz del país requiere contar con profesionales científicos y técnicamente preparados, de tal manera que puedan desenvolverse con la solvencia y seguridad sugerida para el ejercicio profesional, es así que en la formación de un Ingeniero Automotriz, es de vital importancia; conllevar la capacitación teórico-práctica, por eso el hecho de tener equipos de laboratorio para la enseñanza, se convierte en un pilar fundamental.

1.2 Justificación técnico-económica

La razón que nos impulsó a la realización de este proyecto, es la urgente necesidad de laboratorios para el aprendizaje, en la Escuela de Ingeniería Automotriz, ya que ésta al ser una carrera nueva en la ESPOCH, carece de los mismos, lo cual ha dificultado de sobremane-
ra el desarrollo de distintas asignaturas, que requieren un soporte práctico para su aprendizaje.

Nosotros, al haber palpado de cerca esta necesidad, hemos decidido contribuir al mejoramiento de la preparación técnica de nuestros compañeros que nos preceden, mediante la creación de un banco didáctico de un motor de inyección electrónica multipunto de gasolina, en el cual los estudiantes podrán realizar distintas prácticas de laboratorio, tanto de carácter

mecánico como electrónico, y podrán capacitarse de manera que se complementen los conocimientos teóricos, con los prácticos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Construir un banco didáctico de un motor de inyección electrónica multipunto para la escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el marco teórico, de los temas relacionados con nuestro proyecto.
- Diseñar y construir un bastidor, en el cual se montará el motor.
- Construir e instalar un sistema digital para creación de averías, con el cual se podrá inducir los típicos fallos electrónicos que aparecen en los motores.
- Elaborar un manual de prácticas y/o pruebas, que se podrán realizar en el equipo, así como también señalar las normas de seguridad para el uso del mismo.
- Analizar las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos del motor

Un motor de vehículo, pertenece al grupo de motores térmicos de combustión interna y funciona transformando la energía calorífica que posee el combustible en energía mecánica, la misma que posteriormente permite generar y transmitir movimiento a los diferentes elementos encargados de desplazar el vehículo. [1]

Los motores térmicos utilizados en el automóvil pueden ser de dos tipos:

- Motores de explosión o de encendido provocado (gasolina)
- Motores de combustión o de encendido por compresión (diesel)

Ambos tienen muchos elementos en común, aunque sus ciclos de funcionamiento son distintos, además podemos clasificar a los motores de automóvil, según lo siguiente:

- Número de cilindros
- Disposición de los cilindros
- Disposición de las válvulas
- Tipo de refrigeración
- Ciclo operativo (2 y 4 tiempos)

En el funcionamiento de un motor, intervienen los siguientes sistemas, los cuales se detallarán posteriormente:

- Sistema de alimentación de combustible
- Sistema de refrigeración

- Sistema de lubricación
- Sistema de encendido
- Sistema eléctrico (de carga y arranque)
- Sistema de escape

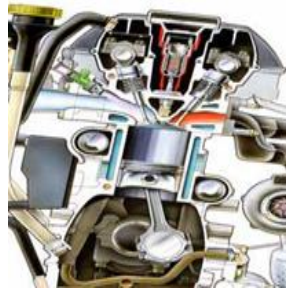


Figura 2.1 Corte de un motor a gasolina [1]

2.1.1 Funcionamiento del motor

2.1.1.1 Principio de funcionamiento teórico del motor de explosión de 4 tiempos

Los fenómenos que tienen lugar en el cilindro se realizan en cuatro etapas, o carreras. La palabra “carrera” se refiere al movimiento del pistón. Se dice que se ha realizado una carrera cuando el pistón ha ido de una a otra de las posiciones extremas que puede alcanzar en el interior del cilindro. El límite superior del desplazamiento del pistón se denomina punto muerto superior o PMS, mientras que el otro límite se llama PMI. Una carrera es pues el desplazamiento del pistón del PMS al PMI o viceversa.

Cuando, para completar un ciclo completo de los procesos que suceden en el cilindro, son necesarias cuatro carreras (o sea, dos vueltas de cigüeñal) se dice que el motor es de cuatro tiempos. Las cuatro carreras del pistón son llamadas: admisión, compresión, expansión o explosión y escape. También existen motores de dos tiempos, es decir, que para completar

un ciclo sólo se precisan dos carreras del pistón correspondientes a una única vuelta del cigüeñal.

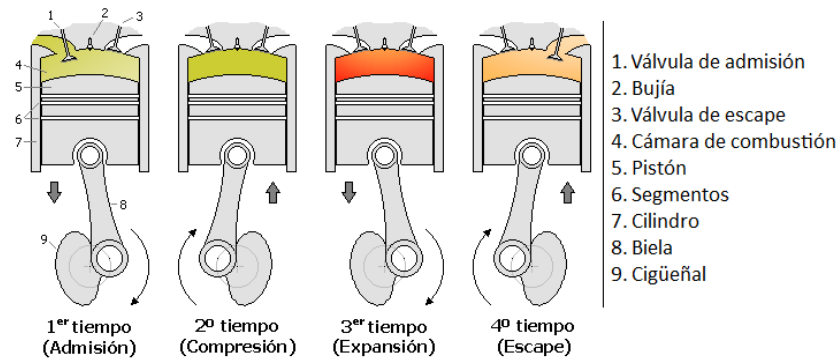


Figura 2.2 Secuencias del movimiento realizado por el cigüeñal y el pistón [1]

A continuación se describen las carreras en un motor ciclo Otto:

Admisión.- En la carrera de aspiración la válvula de este nombre está abierta. Partiendo del PMS, el pistón empieza a descender, al tiempo que la mezcla de aire-gasolina vaporizado es “aspirada” hacia el interior del cilindro a través de la abertura que deja la válvula de aspiración mencionada. La mezcla citada la suministra el carburador. En los motores a inyección electrónica ingresará solamente aire cuando la inyección se realiza en el interior del cilindro.

Compresión.- Cuando el pistón llega al PMI, límite inferior de la carrera, se cierra la válvula de aspiración y empieza la carrera ascendente de aquél. La válvula de escape está también cerrada con lo cual resulta que el cilindro permanece hermético.

En la citada carrera ascendente el pistón empujado por el cigüeñal, mediante la biela se comprime la mezcla, que entró durante la carrera anterior, contra la parte alta del cilindro.

En el momento que el pistón llega al punto muerto superior, PMS, la mezcla habrá sido reducida a un séptimo ($1/7$) o menos de su volumen inicial. Esta compresión de la mezcla aumenta la presión en el interior del cilindro.

Expansión.- Cuando el pistón en su carrera de compresión alcanza el PMS, salta una chispa eléctrica en la bujía. La bujía está formada esencialmente por dos electrodos, aislados eléctricamente entre sí. El sistema de encendido suministra una corriente de alto voltaje a la bujía, lo que origina en ella la chispa. Esta chispa es la que inicia el encendido de la mezcla aire-combustible continuando la combustión muy rápidamente y alcanzándose en el interior del cilindro una presión del orden de 600 p.s.i. (42 kg/cm^2). Este enorme empuje contra la cabeza del pistón hace que éste sea lanzado hacia el PMI y se transmite un impulso de potencia al cigüeñal por medio de la biela. El cigüeñal gira, pues, cuando el pistón es empujado hacia abajo por la presión existente sobre su cabeza.

Escape.- Cuando el pistón llega al PMI en su carrera de expansión, se abre la válvula de escape y da comienzo la carrera de escape, es decir, el pistón asciende y despeja el cilindro de los gases resultantes de la combustión en el tiempo anterior. Al llegar de nuevo el pistón al PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión por la cual penetra una nueva carga de mezcla a medida que desciende otra vez el pistón, empezando así de nuevo el ciclo. Las cuatro carreras descritas se repiten continuamente mientras funciona el motor.

2.1.1.2 Principio de funcionamiento práctico de los motores de 4 tiempos [2]

El funcionamiento teórico de los motores térmicos llevado a la práctica ocasiona los siguientes inconvenientes:

- Bajo nivel de llenado del cilindro durante el tiempo de admisión. La válvula de admisión no se abre instantáneamente sino que lo hace progresivamente y cuando alcanza su máxima apertura, el pistón ya ha recorrido parte de la carrera descendente. Lo mismo ocurre a la hora de cerrarla, para que se encuentre cerrada en el PMI, hay que comenzar a cerrar la válvula cuando se encuentra el pistón a

mitad de recorrido. Esta situación origina un bajo llenado del cilindro al no aprovechar la inercia de los gases repercutiendo negativamente en el rendimiento del motor.

- Vaciado defectuoso de los gases de escape y contrapresiones producidas entre el interior y exterior del cilindro. La cámara de compresión no es posible vaciarla correctamente al no alcanzar ese punto el pistón.
- La mezcla tarda un tiempo en quemarse por lo que cuando se ha quemado totalmente, se ha producido un desplazamiento del pistón, lo que significa que no recibe toda la fuerza producida por la explosión de los gases.

Para paliar en parte esta serie de inconvenientes, se modifican ligeramente los ciclos de funcionamiento teóricos dotando a las válvulas de unos avances en su apertura y retrasos en su cierre denominadas cotas de la distribución, con el fin de que permanezcan más tiempo abiertas y conseguir, de esta forma, un mejor llenado y vaciado del cilindro. Con dichas cotas se consigue que haya un momento en el que las dos válvulas permanecen abiertas. A este momento se le denomina cruce de válvulas o solape y tiene como misión que los gases frescos que entran procedentes de la admisión ayuden a vaciar los gases quemados de la cámara de compresión.

También es necesario dotar al encendido de mecanismos de avance con el fin de dar tiempo a la chispa a quemar toda la mezcla existente en la cámara de compresión. Dicho avance es mayor cuanto mayor velocidad y carga tenga el motor.

Las cotas de la distribución están expresadas en grados de giro del cigüeñal teniendo como referencia el momento teórico donde se debería producir su apertura o cierre. Dichas cotas son las siguientes:

A.A.A. Avance a la apertura de la admisión. La válvula de admisión no se abre realmente en el PMS, sino que lo hace unos grados antes. Con este avance se consigue iniciar la aspiración de la mezcla cuando la válvula se encuentra totalmente abierta y, por tanto, un mejor llenado del cilindro de gases frescos. Además colabora con el vaciado de la cámara de compresión de gases quemados.

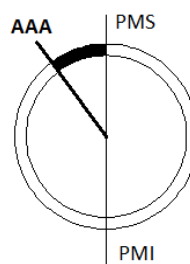


Figura 2.3 Avance a la apertura de la admisión

R.C.A. Retraso al cierre de la admisión. La válvula de admisión no se cierra en el PMI sino que lo hace unos grados después. Con este retraso del cierre se consigue, entre otras cosas, aprovechar la inercia de los gases para mejorar el llenado del cilindro. Cuando se cierra la válvula, termina el tiempo de admisión para empezar el de compresión.

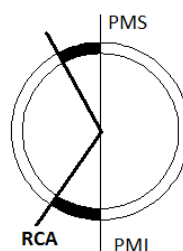


Figura 2.4 Retraso al cierre de la admisión

A.A.E. Avance a la apertura del escape. La válvula de escape no se abre realmente en el PMI como ocurría en el ciclo teórico, sino que lo hace unos grados antes. De esta manera, se consigue disminuir las contrapresiones que se producen entre el exterior e interior del cilindro además del estrangulamiento del barrido de gases al estar la válvula totalmente abierta cuando el pistón inicia la carrera ascendente.

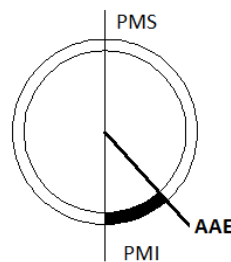


Figura 2.5 Avance a la apertura del escape

R.C.E. Retraso del cierre del escape. La válvula de escape se cierra un poco después de que el pistón haya alcanzado el PMS. De esta forma, se consigue una mejor evacuación de los gases quemados al permanecer durante unos grados las dos válvulas abiertas. Cuando se cierra la válvula de escape, termina el tiempo de escape.

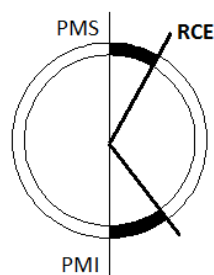


Figura 2.6 Retraso del cierre del escape

A.E. Avance del encendido. La chispa no salta cuando el pistón se encuentra en el PMS, sino que lo hace unos grados antes. Con este avance se consigue que se queme totalmente la mezcla cuando el pistón se encuentra en el PMS y reciba toda la presión procedente de la explosión para dar movimiento al cigüeñal.

El avance del encendido varía con las revoluciones y carga del motor ya que a mayor cantidad de mezcla o a mayor número de revoluciones, hay que quemar la mezcla con antelación para que el pistón reciba todo el empuje de la explosión.

No ocurre lo mismo con las cotas de la distribución, porque aunque se obtendrían rendimientos del motor más altos, la complicación y el coste del sistema hace que sólo dispongan de estas variaciones algunos motores determinados.

Las cotas de la distribución en la mayoría de los motores son fijas. El fabricante realiza un estudio exhaustivo sobre el comportamiento que pretende conseguir con el motor y dispone los avances y retrasos de las válvulas para que tenga un buen comportamiento en toda la gama de revoluciones. Con las variaciones de los ciclos anteriormente citadas se consigue mejorar considerablemente el rendimiento del motor con respecto al ciclo teórico.

2.1.2 Elementos del motor

A nivel general, el motor está constituido por un bloque como elemento central, en cuyo interior se encuentran los cilindros. Por los cilindros se desplazan los pistones, los cuales se unen de forma articulada al cigüeñal a través de las bielas.

En la parte superior del bloque se sitúa la culata. En ella se alojan las válvulas con sus mecanismos de accionamiento y las cámaras de compresión. En la parte inferior del bloque se fija atornillado el cárter o depósito de aceite.

En uno de los lados se encuentra el conjunto de la distribución, constituido por una serie de piñones cuya finalidad es arrastrar a diversos componentes del motor: árbol de levas, bomba de aceite, etc. En el lado opuesto se ubica el volante de inercia y los elementos de transmisión.

Por el exterior del bloque se sitúan los elementos anexos a él (colectores, bomba de agua, etc.).

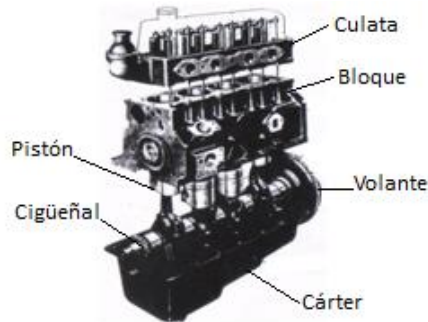


Figura 2.7 Elementos principales del motor [1]

2.1.2.1 Bloque

El bloque constituye el elemento central del motor. Como se ha mencionado anteriormente, en su interior se encuentran los cilindros, los cuales pueden estar situados en línea, en V, u horizontales opuestos, dando lugar a diferentes configuraciones (Figura 2.8). Cada una de ellas presenta ciertas ventajas con respecto a las otras. El bloque con cilindros en línea resulta menos complicado en su fabricación y reparación. Sin embargo, en motores de grandes cilindradas y con número elevado de cilindros resulta un bloque excesivamente largo, que trae consigo otra serie de inconvenientes. La ventaja que ofrece la disposición de cilindros en V es la de acortar la longitud del bloque en detrimento de su anchura. Por ejemplo, un motor con 12 cilindros en V será aproximadamente la mitad de largo que uno con 12 cilindros en línea. Los motores con los cilindros situados en posición horizontal opuestos (bóxer) ofrecen, entre otras, la ventaja de disminuir la altura del bloque. Estos últimos son poco utilizados en la actualidad.

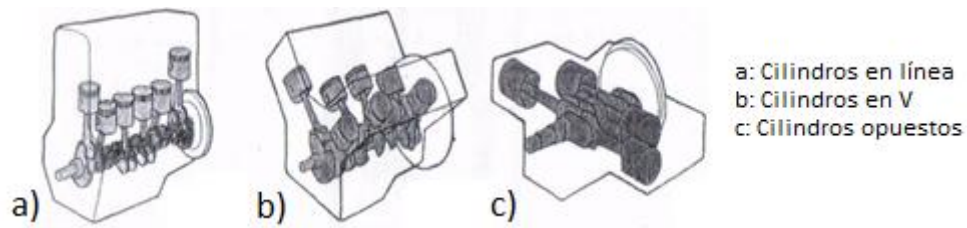


Figura 2.8 Disposición de los cilindros [1]

Los motores de 4 cilindros en línea son los más utilizados. El diámetro, altura y número de cilindros determinan la cilindrada del motor. En el bloque se sujetan los elementos móviles del motor y se encuentran los circuitos de refrigeración y de lubricación.

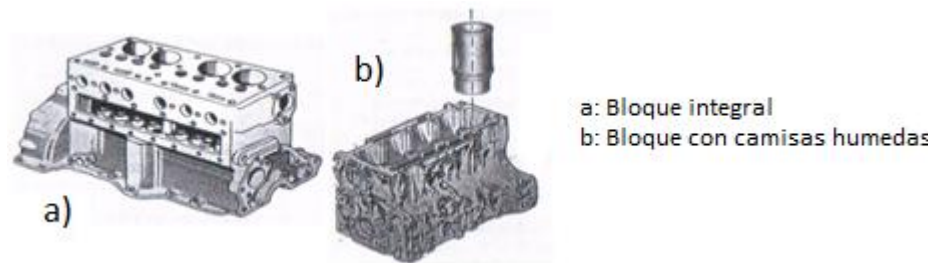


Figura 2.9 El Bloque [1]

El bloque debe servir de soporte a todos los elementos del motor tanto interiores como exteriores. Por tanto, debe ser rígido, soportar los esfuerzos a los que está sometido, y permitir la evacuación de las altas temperaturas que se generan en él. Están fabricados en fundición o aleación de aluminio.

2.1.2.2 Culata

La culata va fijada al bloque por su parte superior a través de tornillos con la correspondiente interposición de una junta. En ella se encuentran las válvulas (admisión y escape) que controlan la entrada y salida de los gases con sus mecanismos de cierre, y los elementos de alimentación y encendido que disponga el motor. Generalmente se alojan en ella las cámaras de compresión (en algunos casos se encuentra en el pistón). Según la disposición de los

elementos del sistema de distribución, sobre la culata se sitúa, el árbol de balancines o el de levas.

Está sometida a altas presiones y temperaturas. Constructivamente es una de las piezas más complicadas del motor ya que por su interior están mecanizados los conductos de refrigeración, engrase, admisión y escape, por lo que su fabricación precisa de un estudio exhaustivo para que permita un funcionamiento prolongado del motor sin problemas. La superficie inferior de la culata está planificada para que asiente perfectamente sobre la parte superior del bloque.

Normalmente está fabricada en aleación ligera aunque existen casos en los que se fabrica de fundición.

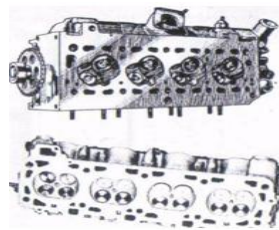


Figura 2.10. Culatas de 2 y 4 válvulas por cilindro [1]

2.1.2.3 Pistón

El pistón constituye el elemento móvil que se desplaza a lo largo del cilindro ajustándose perfectamente a él con la ayuda de los segmentos elásticos que lleva acoplados en su periferia. Es el elemento encargado de recibir la fuerza procedente de la expansión de los gases, así como de transmitir el movimiento al cigüeñal a través de la biela, de tal manera que con el conjunto así formado transforma el movimiento rectilíneo en circular. Los pistones deben ser capaces de soportar altas presiones y temperaturas sin que se produzcan deformaciones considerables; además, deben ser ligeros y tener una gran resistencia al desgaste.

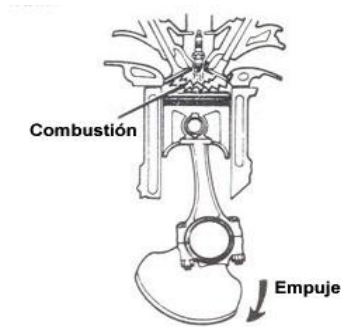


Figura 2.11 Esquema del conjunto pistón-biela-cigüeñal [2]

En él se pueden distinguir dos partes principales, una denominada "cabeza" y otra "falda". La cabeza del pistón está situada en la parte superior, recibe y soporta directamente la expansión de los gases. En ella se encuentran las llamadas gargantas que sirven de alojamiento a los segmentos. La falda es la zona inferior y tiene como misión servir de guía al pistón, así como soportar el empuje lateral del mismo. En ella se encuentra un orificio donde se aloja el bulón que sirve de unión entre el pistón y la biela.

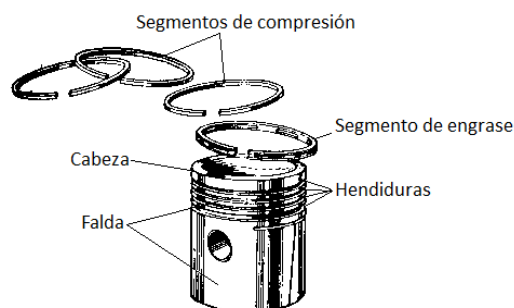


Figura 2.12 Elementos del pistón [1]

2.1.2.4 Segmentos

Los segmentos son unos anillos elásticos situados en las gargantas practicadas en la cabeza del pistón.

Realizan las siguientes funciones:

- Asegurar la estanqueidad entre el cilindro y el pistón en sus desplazamientos para evitar fugas de compresión.
- Evitar el paso de aceite hacia la cámara de compresión.
- Facilitar la evacuación de calor producida cuando se queman los gases.
- El segmento de engrase debe dosificar la cantidad de aceite depositada sobre la pared del cilindro.

Generalmente cada pistón dispone de 3 segmentos situados en su cabeza: los dos primeros denominados de compresión y el tercero de engrase. Frecuentemente el primer segmento es denominado de fuego al ser éste el que soporta mayor temperatura. En los motores que se precisa disponer de pistones muy largos, normalmente se colocan uno o dos segmentos más de engrase en la falda para mejorar el mismo y evitar el cabeceo.

Durante su funcionamiento están expuestos continuamente a altas presiones y temperaturas además de un continuo rozamiento por lo que su fabricación se realiza con materiales de gran resistencia al desgaste y a altas temperaturas.



Figura 2.13 Segmentos [1]

2.1.2.5 Biela

La biela es el mecanismo que se encarga de unir el pistón con el cigüeñal (eje motor). Mediante ella, se convierte el movimiento ascendente y descendente del pistón en movimiento giratorio en el cigüeñal.

Consta de 3 partes: el pie, el cuerpo y la cabeza. El pie lleva acoplado un casquillo antifricción para la unión con el pistón. Dicha unión se realiza a través de un eje denominado bulón. El cuerpo sirve de unión entre la cabeza y el pie, su misión es la de asegurar la rigidez de la pieza y para ello utiliza materiales de alta calidad (acero al cromo-níquel) y un perfil en H creciente desde el pie hasta la cabeza. La cabeza es la parte que se une al cigüeñal. Para ello utiliza un sombrerete que, junto con la cabeza, abraza la muñequilla del cigüeñal manteniéndola fijada a través de tornillos. En la unión de la biela y el cigüeñal se interponen casquillos antifricción, con el fin de disminuir el desgaste. En algunos motores lleva practicado un taladro desde la cabeza hasta el pie de la biela con el fin de canalizar aceite para facilitar el engrase de las piezas móviles.



Figura 2.14 Biela [1]

2.1.2.6 Cojinetes

Los cojinetes de bancada del cigüeñal son del tipo de manguito dividido. Cada cojinete consta de dos mitades, las que juntas forman un manguito para el muñón. La mitad superior cuenta con un orificio de lubricación y va montada en su alojamiento en el bloque. La otra mitad va en la tapa de bancada. Algunas veces ambas mitades son intercambiables. Las superficies de desgaste de los cojinetes están hechas de un material más blando que el cigüeñal, de manera que de existir desgaste, se puede reemplazar un económico cojinete en lugar de un costoso cigüeñal.

Además, el material blando reduce la fricción y se amolda a las pequeñas irregularidades que el eje pudiera tener, permitiendo también, que las partículas metálicas pequeñas se incrusten en la superficie del cojinete sin que lleguen a rayar el cigüeñal. Cuando se instalan el cigüeñal, los cojinetes y las tapas, existe un pequeño claro entre los cojinetes y los muñones, de manera que el aceite que viene del orificio en el cojinete superior de bancada circula por el claro de lubricación para aceite; luego, el aceite es expulsado hacia el cárter.

La circulación de aceite también enfría el cojinete y expulsa la suciedad y partículas extrañas que pudieran haber alcanzado ese lugar; por lo que debe haber suficiente luz para mantener la circulación de aceite, de otra manera ocurrirá rápidamente un desgaste excesivo.

Sin embargo, la luz de aceite debe ser cuidadosamente controlada ya que, aún un pequeño incremento puede causar un gran aumento en la cantidad de aceite que puede circular a través de los cojinetes.

Si la luz de aceite se torna excesiva, la bomba de aceite no abastecerá el volumen suficiente y por consiguiente la presión de aceite del motor decaerá, tal vez alguno de los cojinetes no reciba lubricación en forma continua, o algunas partes del motor resulten privadas de aceite para su lubricación. Tanto los cojinetes de bancada como los de biela vienen en una variedad de tamaños que pueden ser seleccionados, cuando se arma el motor, para obtener la luz de aceite más cercana a la ideal. Este claro permite el desgaste normal del cojinete sin una pérdida de presión de aceite.

En la mayoría de los motores uno de los cojinetes de bancada es un cojinete de empuje con pestañas que limitan el movimiento hacia atrás y adelante del cigüeñal o juego libre axial. Sin embargo, en algunos motores se utilizan arandelas de empuje separadas para cumplir la misma función.

Los cojinetes de biela son más o menos del mismo tipo que los de bancada, con claros de lubricación igualmente críticos.

Los orificios de lubricación, en los cojinetes, son coincidentes con agujeros o muescas en la biela para salpicar aceite en las paredes de los cilindros con el propósito de lubricarlas y enfriarlas.

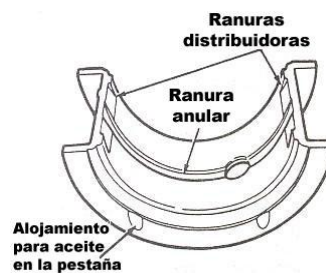


Figura 2.15 Cojinete [1]

2.1.2.7 Cigüeñal

El cigüeñal es el árbol motor y, junto con la biela, convierte el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotativo. Está sometido a grandes esfuerzos, por lo que su fabricación conlleva un delicado proceso para asegurar una larga vida. Por uno de sus extremos se encarga de dar movimiento directa o indirectamente a todos los elementos móviles que constituyen el motor (árbol de levas, bomba de aceite y de agua, etc.) y a otros mecanismos anexos a él, como por ejemplo, el compresor del aire acondicionado, alternador, etc. Por el otro, lleva acoplado un volante de inercia, el cual, entre otras, tiene la misión de dar movimiento a los elementos que constituyen el sistema de transmisión. Cuando se habla de las revoluciones que alcanza un motor, se hace referencia precisamente de las revoluciones del cigüeñal.

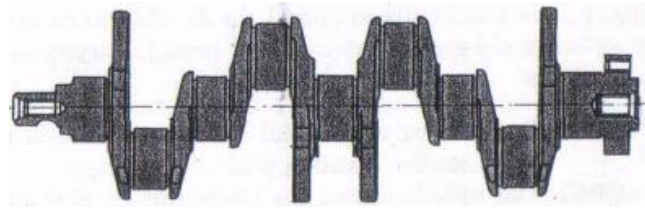


Figura 2.16 Cigüeñal [1]

Está constituido por un eje con una serie de codos denominados muñequillas (tantos como cilindros) y apoyos. Los apoyos están perfectamente alineados y van sujetos sobre la parte inferior del bloque llamada bancada, a través de unos sombreretes que lo fijan mediante tornillos.

Entre el cigüeñal y la bancada se sitúan unos casquillos antifricción similar a los de las bielas con el fin de disminuir el desgaste. En el acoplamiento de la bancada también se sitúan unos casquillos denominados axiales, que limitan el desplazamiento longitudinal a la holgura preestablecida. La disposición de los codos se realiza en función del número de cilindros, Remitiéndonos a los motores de 4 cilindros en línea (los más convencionales), los codos de los cilindros nº1 y nº4 con respecto a los de nº 2 y nº3 están desfasados 180°, de tal forma que los pistones de los cilindros 1 y 4 siempre están a la misma altura al igual que del 2 y 3.

El cigüeñal está hueco por su interior y dispone de unos orificios que comunican los codos y apoyos con el circuito de engrase para realizar la lubricación del mismo.

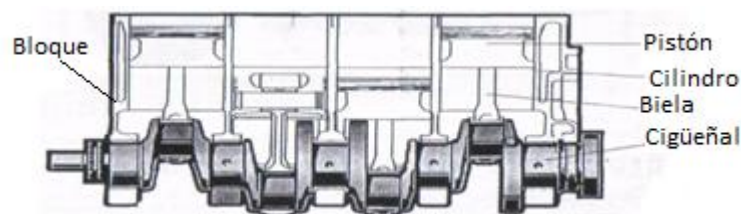


Figura 2.17 Órganos principales del motor [1]

2.1.2.8 Volante de inercia

Va fijado a uno de los extremos del cigüeñal a través de tornillos no equidistantes entre sí con el fin de situarlo en una sola posición, y se trata de una pieza circular pesada cuyas misiones son las siguientes:

- Regular el giro del motor mediante la inercia que proporciona su elevado peso.
- Dar movimiento a los elementos de la transmisión a través del embrague.
- Alojar una corona dentada en toda su periferia con el fin de permitir que engrane el motor de arranque que hace posible la puesta en marcha del motor térmico.

Su tamaño está en función del número de cilindros que disponga el motor. Para motores de la misma cilindrada, a mayor número de cilindros, menor será su tamaño ya que en motores de varios cilindros, el giro se produce de una forma más regular.

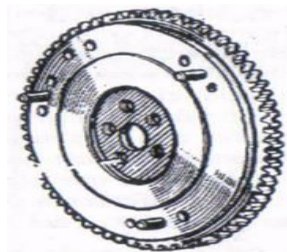


Figura 2.18 Volante de inercia [1]

2.1.2.9 Colectores de admisión y escape

Están situados en la culata con la interposición de una junta.

El colector de admisión es el encargado de canalizar los gases o aire de admisión hasta el interior del cilindro evitando que se produzcan contrapresiones en su interior que impidan un correcto llenado del cilindro. Normalmente se fabrican de aleación ligera o de material plástico.

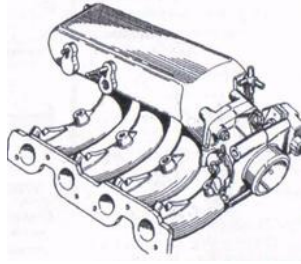


Figura 2.19 Colector de admisión [1]

El colector de escape es el encargado de evacuar los gases quemados desde el interior del cilindro hasta el tubo de escape. Debe estar diseñado de tal forma que no entorpezca la salida de gases hacia el exterior. El material utilizado en su fabricación debe soportar las altas temperaturas a las que está sometido.

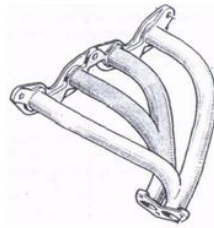


Figura 2.20 Colector de escape [1]

2.1.2.10 Distribución

Los elementos de la distribución son aquellos mecanismos cuya misión es la de regular la entrada y salida de gases del interior del cilindro en el momento y lugar preciso. Para ello, deben estar perfectamente sincronizados con el cigüeñal.

Dichos elementos son los siguientes:

- Árbol de levas.
- Sistemas de mando.
- Válvulas, asientos, guías y muelles.
- Balancines, taques, varillas empujadoras.

2.1.2.11 Árbol de levas

Toma movimiento del cigüeñal a través del mecanismo de arrastre y ha de estar perfectamente sincronizado con él. Su función principal es la de dar movimiento a los taqués para abrir las válvulas en el momento preciso, aunque en algunas ocasiones también tome movimiento del mismo la bomba de gasolina, la bomba de aceite y el distribuidor.

El árbol de levas puede estar situado en la culata o en el bloque. Esto da lugar a dos configuraciones distintas. Cuando el árbol de levas se encuentra situado en la culata, se denomina distribución OHC (árbol de levas en cabeza) y cuando se encuentra en el bloque OHV (árbol de levas en el bloque).

Actualmente la mayoría de los motores disponen de distribución OHC, ya que ofrece como ventaja, entre otras, la disminución del número de elementos móviles y, por tanto, menor mantenimiento y rozamiento.

Consta de un eje con una serie de apoyos y levas (tantas como válvulas disponga el motor), las cuales son las encargadas de dar movimiento a los taques. Las levas tienen una zona sin incidencia (cuando el taqué se encuentra en su posición inicial), una zona ascendente (cuando el taqué comienza a desplazarse hasta alcanzar su máxima altura coincidiendo con la máxima apertura de la válvula) y una zona descendente (cuando el taqué ha alcanzado su máxima altura y vuelve a su posición de reposo). Tanto la altura máxima como el tiempo que permanece válvula abierta están perfectamente calculados para obtener un rendimiento óptimo.

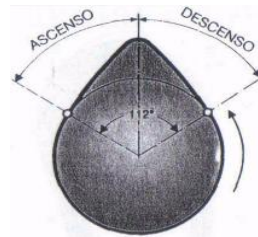


Figura 2.21 Leva [1]

En los motores multiválvulas se suelen utilizar dos árboles de levas por motor.

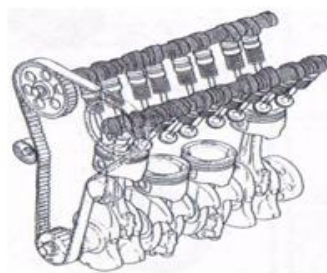


Figura 2.22 Motor con 2 árboles de levas en culata [1]

2.1.2.12 Sistemas de mando

Se conoce como sistemas de mando de la distribución a aquellos mecanismos que se encargan de dar movimiento al árbol de levas. El árbol de levas debe girar a la mitad de vueltas que lo hace el cigüeñal y perfectamente sincronizado con él. Para ello, se utilizan una serie de piñones solidarios a ambos y unidos a través de una cadena o correa. En algunas ocasiones también se han utilizado como elementos de mando piñones engranados entre sí, pero en la actualidad esta disposición está prácticamente en desuso. El piñón del árbol de levas dispone de doble número de dientes que el del cigüeñal con el fin de que gire a la mitad de vueltas que el mismo.

El sistema de mando de la distribución también da movimiento en ocasiones a la bomba de aceite y/o a la de agua.

Cuando el sistema de mando (cadena o correa) es excesivamente largo, se utilizan tensores mecánicos o hidráulicos con el fin de asegurar el guiado correcto del sistema. Aunque no hay reglas fijas en la utilización de la cadena o correa, en la actualidad normalmente se utiliza correa de la distribución cuando el árbol de levas está situado en cabeza (OHC), salvo en algunas ocasiones que se utiliza cadena.

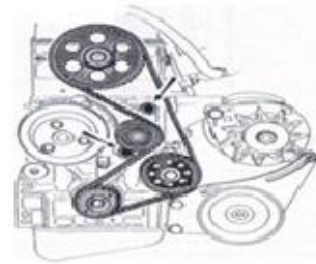
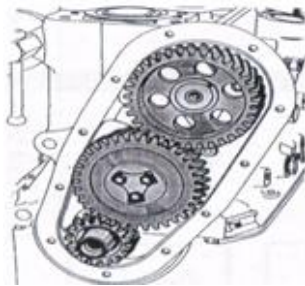
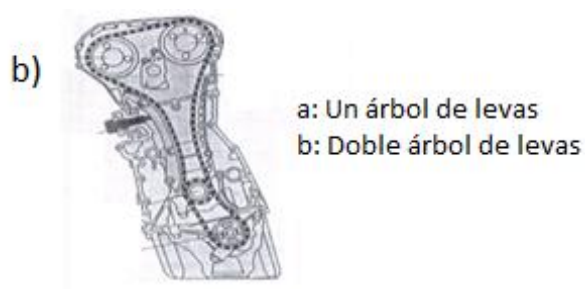


Figura 2.23 Sistema de mando por piñones [1] **Figura 2.24** Sistema de mando por correa [1]



a: Un árbol de levas
b: Doble árbol de levas

Figura 2.25 Sistema de mando por cadena [1]

2.1.2.13 Válvulas

Están situadas en la culata y a nivel de funcionamiento existen dos tipos: admisión y escape. Las válvulas de admisión permiten la entrada de aire exterior o de mezcla fresca (según el tipo de motor) en el interior del cilindro poniendo en contacto éste con el colector de admisión; la de escape permite la evacuación de los gases quemados del interior del cilindro hacia el exterior, comunicando éste con los colectores de escape.

Consta de dos partes: cabeza y vástago o cola. La cabeza tiene forma circular y dispone de una superficie inclinada perfectamente mecanizada para su asiento con la culata. La cola sirve de guía de desplazamiento y centrado para la válvula, además colabora en la evacuación de calor que se genera en la cabeza. También dispone de unos rebajes para sujetarla al muelle a través de unas chavetas. El asiento de la válvula y de la culata debe proporcionar un cierre hermético mientras permanecen cerradas.

Están sometidas a altas presiones y temperaturas además de a un gran esfuerzo mecánico por lo que se utiliza en su fabricación aceros de alta calidad.

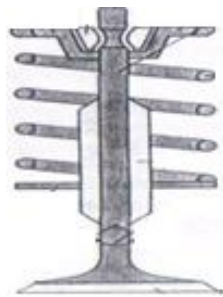


Figura 2.26 Sistema de fijación de la válvula y mecanismo de cierre [1]

Se suelen utilizar de 2 a 5 válvulas por cilindro. La superficie de admisión es siempre mayor que la de escape, por lo que en los motores multiválvulas en los que el número total de válvulas por cilindro sea de 3 o de 5 existirán más válvulas de admisión que de escape.

2.1.2.14 Muelles

Tienen como misión cerrar las válvulas sobre su asiento impidiendo la comunicación del colector con el cilindro. Pueden ser de pasos fijos o variables y, en algunas ocasiones, se utilizan dos por válvula.



Figura 2.27 Muelles de válvula [1]

2.1.2.15 Balancines

Su misión es abrir las válvulas. El movimiento le llega procedente del árbol de levas a través de las varillas empujadoras y mediante un sistema de palanca empuja la válvula para realizar su apertura. Los balancines pueden ir con un montaje independiente o acoplados a un eje en cuyo caso recibe el nombre de eje o árbol de balancines. Los balancines no siempre existen físicamente en un motor, ya que en muchos casos la apertura de la válvula la realiza directamente el taqué.



Figura 2.28 Balancín [1]

2.1.2.16 Varillas empujadoras

Las varillas empujadoras tienen como misión transmitir el movimiento desde el taqué hasta el balancín. Tienen forma cilíndrica y en el extremo que está en contacto con el balancín dispone de una semiesfera mecanizada en la misma para su acoplamiento.



Figura 2.29 Varilla empujadora [1]

2.1.2.17 Taqués

Los taqués están situados entre la válvula y la leva o entre la leva y la varilla empujadora según el sistema de distribución que disponga el motor. Existen 3 tipos:

- Taqués fijos.
- Taqués con reglaje de altura.
- Taqués hidráulicos.

Los taqués fijos tienen forma de vaso metálico. Su parte exterior apoya en la leva y por el interior se apoya la varilla. No admiten posibilidad de reglaje.



Figura 2.30 Taqué [1]

Los taqués con reglaje de altura, a diferencia de los anteriores, disponen de una superficie en la cual se les puede acoplar una pastilla de mayor o menor espesor para aproximarlos más o menos a la válvula (según reglaje). La pastilla puede ir situada por la parte superior o inferior del taqué.

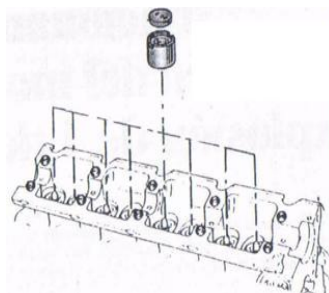


Figura 2.31 Posicionamiento de un taqué con posibilidad de reglaje sobre la culata [1]

Los taques hidráulicos se regulan por sí solos gracias a la presión de aceite existente en el circuito. Estos últimos son los más utilizados en los motores actuales.

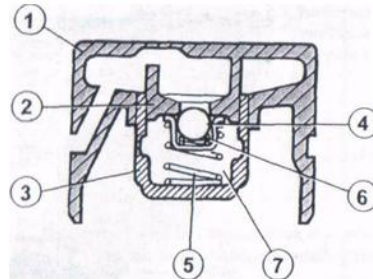


Figura 2.32 Taqué hidráulico [1]

Partes de un taqué hidráulico:

1. Cuerpo
2. Émbolo.
3. Manguito.
4. Bola
5. Muelle de émbolo
6. Muelle de la válvula de bola
7. Cámara

2.1.3 Accesorios del motor

Se llama funciones accesorias, a aquellas sin las cuales el motor puede funcionar durante cierto tiempo, aunque este hecho, tenga como consecuencia la rápida deterioración del mismo. Son, pues, las funciones que, en principio, no son absolutamente indispensables para el funcionamiento.

Lubricación.-Como toda máquina en la cual las piezas frotan una contra otra, en el motor de combustión interna, para evitar que las piezas se deterioren rápidamente, es necesario interponer entre ellas una substancia que impida su contacto intimo; dicha substancia es el

lubricante. A la función que consiste en mantener constantemente engrasados (lubricados) los elementos en funcionamiento, se llama, pues, lubricación.

Refrigeración.- Se encarga de mantener controlada la temperatura del motor, con el fin de evitar un calentamiento excesivo que puede conllevar al rápido deterioro del lubricante y la posterior fusión de las partes en movimiento.

2.1.4 Diferentes sistemas que constituyen un motor

Un motor, para su funcionamiento requiere de varios sistemas, los cuales son esenciales, es por eso que cada uno tiene una misión definida y particular. A continuación trataremos cada uno de ellos.

2.1.4.1 Sistema de alimentación de combustible

La misión de este sistema es elaborar una mezcla “ideal” de aire y combustible, para cada momento de funcionamiento del motor, en el caso de los motores a gasolina, se considera una mezcla normal cuando: la proporción es de 1 gramo de combustible, por cada 14.7 gramos de aire, cualquier variación en la proporción de lo que se considera mezcla “ideal”, repercute negativamente en el funcionamiento del motor, así como en el consumo de combustible, y la contaminación.

Para los motores de combustión interna a gasolina, podemos clasificar los sistemas de alimentación en dos grandes grupos:

- Sistema mecánico de alimentación de combustible (carburador)
- Sistemas de inyección electrónica de combustible

En la actualidad los motores de automóviles incorporan el sistema de inyección electrónica, debido a las ventajas que presenta éste sobre su antecesor; el carburador.

Los sistemas de inyección electrónica de gasolina, tienen como característica la asistencia electrónica para la dosificación de la mezcla aire-combustible, posteriormente; se describirá detalladamente este sistema, por lo pronto se hará un estudio de forma general sobre este, con la finalidad de establecer su misión sobre el funcionamiento del motor.

En los motores modernos, se incorpora el sistema de inyección electrónica, que al igual que el sistema por carburador, tienen la misma misión: la de proveer de la mezcla aire-combustible, al motor en la carrera de admisión, para que esta posteriormente sea comprimida en el interior del cilindro, y así dar lugar a las posteriores carreras que se requiere para el funcionamiento del motor de combustión interna a gasolina, lógicamente se requerirá un combustible lo más limpio posible, es por ello el uso de filtros, que retienen impurezas que pueden ser perjudiciales para la integridad del motor.

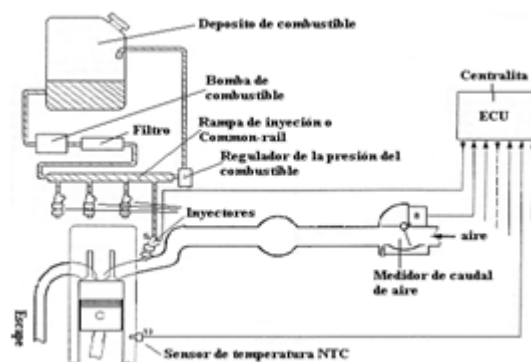


Figura 2.33 Sistema de alimentación de combustible por inyección electrónica [2]

Las partes que conforman este sistema son:

- Colector de admisión
- Filtro de aire

- Depósito de combustible
- Canalizaciones de combustible
- Filtro de combustible
- Bomba eléctrica de combustible

2.1.4.2 Sistema de escape

El sistema de escape tiene como misión, evacuar los gases producto de la combustión desde el interior del motor hacia el medio ambiente, oponiendo el menor obstáculo (para no reducir la potencia del motor), produciendo el menor ruido posible, así como la menor contaminación.

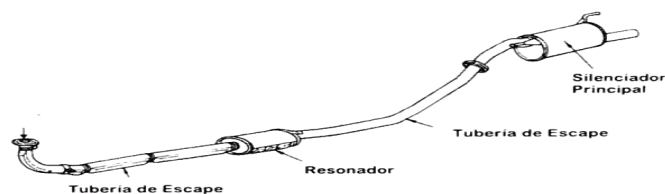


Figura 2.34 Sistema de escape, con sus distintos elementos [1]

Las partes que forman este sistema son:

- Colector de escape
- Tubo de escape
- Silenciadores
- Catalizadores
- Sondas lambda

Todas las partes que forman este sistema, están diseñados para soportar altas temperaturas, y no sufrir grandes dilataciones.

Coletores de escape.- Son canalizaciones encargadas de la unión del motor con el tubo de escape, su fabricación es con materiales resistentes a altas temperaturas, y en su diseño es muy importante tomar en cuenta que no haya curvas agresivas, ya que esto dificultaría la evacuación de los gases.

Tubo de escape.- Es una canalización que une los distintos elementos del sistema, hasta la evacuación final de gases hacia la atmosfera.

Silenciadores.- Estos elementos contienen una serie de pasajes o conductos y cámaras, por las que deben circular los gases antes de salir al exterior, la misión de estos conductos y cámaras internas, es la de apagar el ruido de escape, para dar como resultado una marcha del motor más silenciosa.

Catalizadores.- Su misión es la de eliminar (en la medida de lo posible) los gases contaminantes que no se han quemado totalmente durante la combustión, esto para reducir la contaminación, estos elementos están intercalados en el tubo de escape, cerca del colector de escape, ya que es en esta zona donde se alcanza la temperatura ideal de funcionamiento.

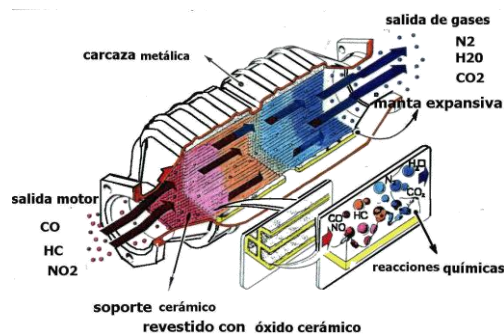


Figura 2.35 Catalizador [3]

Existen dos tipos de catalizadores:

- Catalizadores de 3 vías (motores de gasolina).

- Catalizadores de oxidación (motores Diesel).

Sonda lambda.- La misión de este elemento está vinculado directamente con el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, ya que su función es la de informar a la E.C.U. sobre el estado de los gases de escape (mezcla rica o pobre), para que de ser necesario esta modifique la proporción de la mezcla, y así conseguir una mejor explosión.

2.1.4.3 Sistema de lubricación

La lubricación del motor es necesaria para evitar el desgaste excesivo, el recalentamiento y el agarrotamiento de las superficies que rozan, absorción de choques entre los cojinetes y las demás partes, estanqueidad entre los segmentos del pistón y las paredes del cilindro, pérdidas de potencia por fricción, limpieza del motor y para refrigeración forzada de elementos del motor.

En los motores actuales de 4 tiempos, se utilizan los siguientes sistemas de lubricación:

Mixto.-Por medio de este sistema se lubrican a presión algunos de los órganos que están en rozamiento, y otros por salpicaduras y por la niebla de aceite que se genera en el interior del motor.

Presión total.-En este sistema se amplía la acción del circuito de presión al conjunto pistón-bulón-cilindro, disponiendo inyector de aceite en las cabezas de los pistones, o bien a través de una canalización interior que atraviesa el cuerpo de la biela.

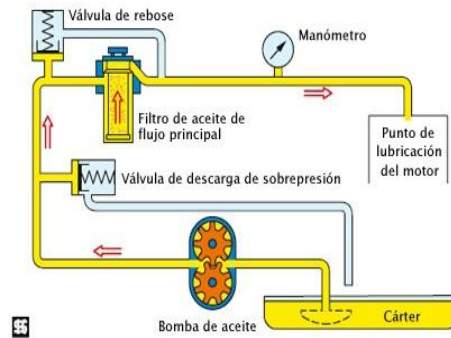


Figura 2.36 Circuito de lubricación por presión total [3]

Los componentes de un circuito de lubricación deben asegurar una presión correcta de funcionamiento y son los siguientes:

- Bomba de aceite
- Válvula de descarga
- Filtro de aceite
- Sistema para el control de emisiones contaminantes
- Intercambiadores de calor (radiador)

Bomba de aceite.-Es un elemento mecánico que debe garantizar un caudal de aceite en el circuito superior al necesario, y a una presión adecuada. Toma movimiento generalmente del árbol de levas o del sistema de arrastre de la distribución, y funciona aspirando aceite del cárter enviándolo hacia el filtro desde donde se distribuye hacia todos los órganos sometidos a rozamiento.

Existen varios tipos de bombas de aceite, pero las más utilizadas en la actualidad son:

Bombas de engranajes externos.-Está constituida por dos piñones idénticos engranados entre sí, los dientes de los piñones pueden ser helicoidales o rectos, uno de los piñones (conductor) toma movimiento del motor y se lo transmite al otro. Los piñones giran dentro de una carcasa que forma el cuerpo de la bomba, el movimiento giratorio de los piñones

provoca la succión de aceite en la entrada de la bomba y la posterior expulsión por la salida a una presión determinada.

Bomba de lóbulos.-Está constituida por una carcasa con una serie de cavidades, por donde se desplaza el elemento que dé movimiento a la bomba (rodete), el cual dispone de un saliente menos que cavidades la carcasa. El movimiento del rodete sobre las cavidades de la bomba provoca la succión del aceite del cárter, y la compresión del mismo hacia el circuito.

Válvula de descarga.-Está ubicada generalmente en la bomba de aceite, su misión es la de limitar la presión del circuito, a un valor establecido por el fabricante del motor.

Interiormente está constituida por un muelle, un pistón y una bola, cuando la presión en el circuito supera la presión de tarado del muelle, se desplaza el pistón o la bola enviando parte del aceite al cárter, limitando así la caída de presión en el circuito. De esta forma, se consigue regular la presión para que no sobrepase los valores establecidos por el fabricante.

Filtro de aceite.- Éste tiene la función de retener las impurezas que tenga el aceite, a éste lo recibe procedente de la bomba, el filtro de aceite más utilizado es el de cartucho, que está constituido por un recipiente cilíndrico en cuyo interior se sitúa el material filtrante, que normalmente consiste en un papel especial en forma de acordeón para aumentar la superficie filtrante.

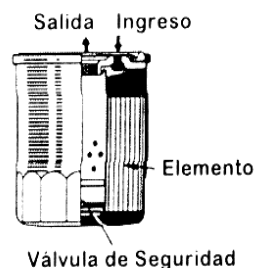


Figura 2.37 Constitución de un filtro de aceite [1]

Sistemas de control de emisiones contaminantes.-El funcionamiento de los motores de combustión interna, produce filtraciones de combustión hacia el cárter, estas filtraciones aumentan a medida que el motor presente mayor desgaste, esto produce un deterioro del aceite y una presión contraproducente en el interior del motor. Para evitar estos inconvenientes, se dispone de un sistema de recirculación de gases procedentes de la combustión de nuevo hacia el colector de admisión.

Intercambiadores de calor (radiador).-Los radiadores de aceite son utilizados en los sistemas de lubricación para refrigerar el aceite, pudiendo hacerlo con agua y con aire. Los más difundidos son los de aire debido a su seguridad, se los coloca generalmente en el flujo del aire del sistema de refrigeración. Estos radiadores se hacen tubulares o tubulares laminares.

2.1.4.4 Sistema eléctrico

Consideraremos que dentro del sistema eléctrico de un motor, se encuentra el sistema de carga y el sistema de arranque.

Sistema eléctrico de carga.- Su misión es la de recargar la batería, para así poder alimentar los diferentes accesorios eléctricos de un automóvil, así como proveer la energía necesaria para que se produzca la chispa en las bujías.

Básicamente está constituido por: un alternador, un regulador, y una batería.

Alternador.-Esta compuesto por dos partes: una fija que lleva unas bobinas eléctricas en las que se genera corriente cuando cerca de ellas se mueve un imán, y otra móvil que actúa como un imán, su funcionamiento básico es el siguiente: el motor transmite movimiento al alternador mediante una correa, por ende este movimiento es el mismo que se transmite a

la parte móvil (el imán), este movimiento hace que se genere la corriente en las bobinas de la parte fija, y es enviada a la salida del alternador.

Regulador.- Es un limitador de la corriente que se produce cuando el motor (y el alternador) giran muy rápido, esto con la finalidad de proteger todos los circuitos conectados al sistema eléctrico, así como también al alternador, evitando que se caliente en exceso cuando hay mucho consumo (demanda de corriente eléctrica), el regulador protege también a la batería, impidiendo que la corriente eléctrica circule en sentido contrario al de carga y la descargue cuando no funciona el alternador.



Figura 2.38 Alternador [4]

Batería.- Es la encargada de almacenar la corriente eléctrica y suminístrala cuando el motor está parado, para el arranque, así como también suministra corriente, para el sistema de encendido y los accesorios del automóvil.

Sistema eléctrico de arranque.- Su función es la de poner en marcha el motor del automóvil, consta de la llave de contacto, un relé o contacto, y un motor eléctrico.

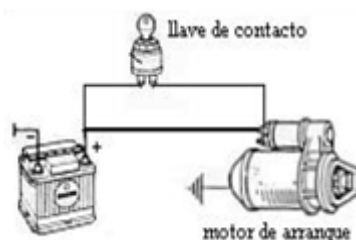


Figura 2.39 Circuito de arranque [1]

Llave de contacto.- Sirve como interruptor de accionamiento del circuito de arranque (también se emplea para conectar otros sistemas).

Relé.- Tiene dos funciones

- Poner en marcha el motor de arranque
- Desplazar el piñón de arranque para que este engrane con la corona del volante de inercia del motor térmico.

Motor de arranque.- Su función es la de darle giro al volante de inercia del motor de combustión interna, hasta que este se ponga en marcha por sus propios medios (explosiones en las cámaras de combustión, en el interior de los cilindros).

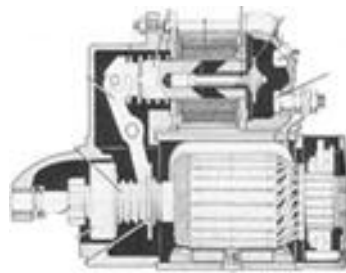


Figura 2.40 Constitución de un motor de arranque [4]

2.1.4.5 Sistema de encendido

La misión de este sistema es producir una chispa eléctrica para cada una de las bujías, en el instante oportuno, y con la suficiente intensidad, para lograr inflamar la mezcla aire-combustible dentro del cilindro, está compuesto por: batería, bobina/s, sistema de mando, distribuidor(según el tipo), y las bujías.

La bobina.- Actúa como transformador de voltaje, convirtiendo la baja tensión de la batería, en alta tensión, para que pueda producirse una chispa entre los electrodos de las bujías.

El sistema de mando.- Se encarga de hacer que la chispa salte en el momento adecuado, este sistema puede ser de distintos clases, esto según el tipo de sistema de encendido.

El distribuidor.- (cuando el sistema lo incorpora), se encarga de enviar la chispa al cilindro que corresponde, esto según el orden de encendido del motor.

Las bujías.- Son las encargadas de inflamar la mezcla cuando se produce un salto de chispa entre sus electrodos.

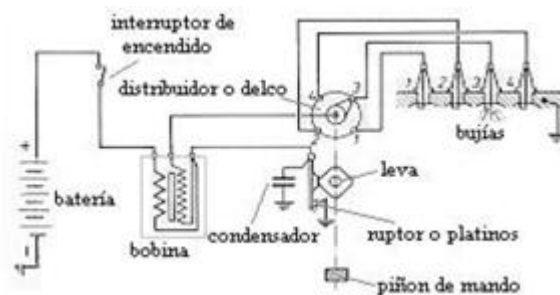


Figura 2.41 Elementos del sistema de encendido convencional [4]

En la actualidad existen varios tipos de sistemas de encendido para motores a gasolina, pero todos basan su funcionamiento en el sistema convencional:

Encendido convencional

Ofrece un buen funcionamiento para exigencias normales capaz de generar hasta 20.000 chispas por minuto, es decir puede satisfacer las exigencias de un motor de 4 cilindros hasta 10.000 r.p.m. Para motores de 6 y 8 cilindros ya daría más problemas.

La ejecución técnica del ruptor, sometido a grandes cargas por la corriente eléctrica que pasa por el primario de la bobina, constituye un compromiso entre el comportamiento de conmutación a baja velocidad de rotación y el rebote de los contactos a alta velocidad. Derivaciones debidas a la condensación de agua, suciedad, residuos de combustión, etc. disminuyen la tensión disponible en medida muy considerable.

Encendido con ayuda electrónica

Existe una mayor tensión disponible en las bujías, especialmente en los altos regímenes del motor. Utilizando un ruptor de reducido rebote de contactos, puede conseguirse que este sistema trabaje sin perturbaciones hasta 24.000 chispas por minuto.

El ruptor no está sometido a grandes cargas de corriente eléctrica por lo que su duración es mucho mayor lo que disminuye el mantenimiento y las averías de este tipo de encendido. Se suprime el condensador.

Encendido electrónico sin contactos

Estos modelos satisfacen exigencias aún mayores. El ruptor se sustituye por un generador de impulsos ("inductivo" o de "efecto Hall") que están exentos de mantenimiento.

El numero de chispas es de 30000. Como consecuencia de la menor impedancia de las bobinas utilizadas, la subida de la alta tensión es más rápida y, consecuencia, la tensión de encendido es menos sensible a las derivaciones eléctricas.

Encendido electrónico integral

Al quedar suprimidos los dispositivos mecánicos de los sistemas de corrección de avance del encendido por la aplicación de componentes electrónicos, se obtiene mayor precisión en las curvas de avance, que pueden adaptarse cualquiera que sea su ley, cumpliendo perfectamente con la normativa de anticontaminación. El mantenimiento de estos sistemas de encendido es prácticamente nulo.

Encendido electrónico para inyección de gasolina

En los actuales sistemas de inyección electrónica de gasolina se combinan con un encendido electrónico integral aprovechando muchos de los sensores que les son comunes y la propia unidad de control (ECU) para gobernar ambos sistemas. Dentro de estos sistemas de encendido podemos encontrar los que siguen usando el distribuidor y los que lo suprimen por completo (encendido electrónico estático D.I.S).

Encendido por descarga de condensador

Este sistema que se aplica a motores que funcionan a un alto número de revoluciones, por su elevada tensión en las bujías. La subida rápida en extremo de la tensión de encendido hace a la instalación insensible a derivaciones eléctricas. Sin embargo la chispa de encendido es de muy corta duración.

2.1.4.6 Sistema de refrigeración

La misión del sistema de refrigeración es mantener el motor a la temperatura óptima en cualquier velocidad y condición de funcionamiento.

Existen dos tipos de sistemas para la refrigeración de un motor: la refrigeración mediante líquido refrigerante (utilizada en la gran mayoría de vehículos), y la refrigeración por aire (poco utilizada).

Refrigeración por líquido refrigerante.- En este sistema de refrigeración el líquido que circula percibe el calor de las paredes de los cilindros, de la culata del bloque y de otras piezas caldeadas y a través del radiador transmite este calor al medio circundante.

Los elementos que componen el circuito de refrigeración por líquido, son los siguientes:

- Radiador
- Bomba
- Ventilador
- Termostato

Radiador.-Tiene la misión de transmitir el calor del agua al aire circundante. Está constituido por dos depósitos, inferior y superior, o laterales (izquierda y derecha) unidos a través de conductos muy finos para facilitar la evacuación de calor. Además disponen de unas aletas de refrigeración para mejorar la transmisión de temperatura. Según la constitución de su núcleo un radiador pueden ser de distintos tipos: tubulares, de panel, de láminas.

Bomba de agua.- Es la encargada de forzar la circulación del líquido en el circuito de refrigeración, es de tipo centrífugo, succiona el refrigerante de la parte baja del radiador para impulsarla hacia el motor con un caudal suficiente como para evacuar todo el calor que se genera con el funcionamiento normal del motor.

Ventilador.- Tiene la misión de dirigir una fuerte corriente de aire al radiador. Para elevar la economía de potencia del motor se utilizan ventiladores de rendimiento variable, ventila-

dores automáticos que actúan de acuerdo con las revoluciones del motor, conectándose y desconectándose en función de las revoluciones, esto gracias a un acoplamiento electromagnético o hidráulico.

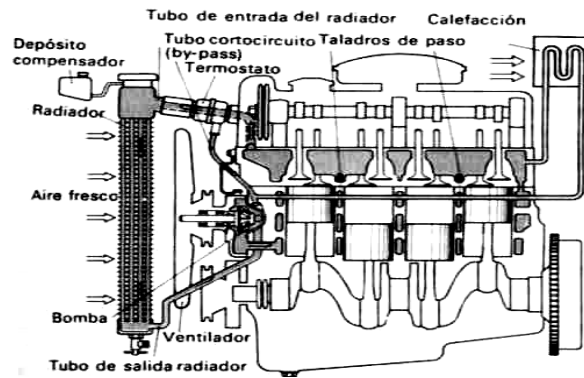


Figura 2.42 Esquema de los elementos de un sistema de refrigeración por líquido [1]

Termostato.- Tiene la misión de cerrar el paso del agua cuando el motor está frío, de modo que impida la circulación de agua y facilite que el motor alcance su temperatura de régimen más rápidamente.

Los termostatos están diseñados para abrirse a una temperatura específica de acuerdo al sistema de enfriamiento. Cuando el termostato está cerrado no hay paso del agua entre el bloque y el radiador, entonces el agua circula internamente en el bloque por medio de un conducto "by - pass", no obstante cuando el motor se calienta el "by - pass" queda cerrado para que el agua circule entre el motor y el radiador.

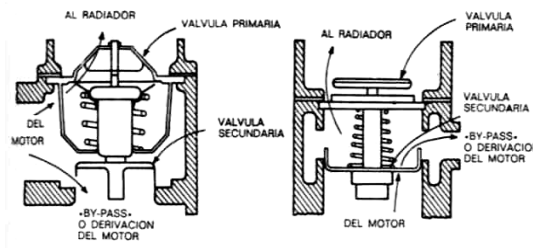


Figura 2.43 Funcionamiento del termostato [1]

Refrigeración por aire.-En motores con refrigeración por aire las superficies externas de culatas y cilindros tienen aletas. Esto para asegurar el estado térmico del motor. La eficacia de esta refrigeración depende de la dirección de la corriente de aire a lo largo de los cilindros. La corriente de aire se genera por un ventilador y se conduce por el motor, a través de conductos que constan de deflectores que contribuyen a equilibrar la temperatura de los cilindros.

Una de las desventajas de este tipo de refrigeración es su mayor consumo de potencia que absorbe del motor, contrarrestando esto, este sistema tiene la ventaja de tener poca masa, facilidad de construcción, exclusión de peligro del motor por congelación y facilidad de explotación.

2.1.5 Medidas de los parámetros característicos del motor

2.1.5.1 Diámetro interior del cilindro y carrera

El tamaño del cilindro del motor se define por su diámetro interior y la carrera del pistón, o sea, la distancia del punto muerto inferior (PMI) al punto muerto superior (PMS). Por citar un ejemplo, si se dice que el cilindro es de (4 por 3.5 pulgadas), esto significa que el diámetro interior es de 4 pulgadas y la carrera de 3.5 pulgadas.

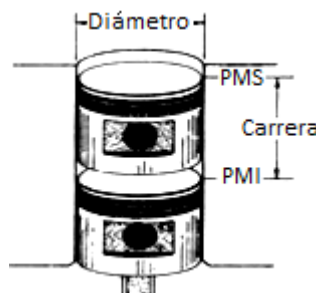


Figura 2.44 Diámetro interno del cilindro y carrera del pistón [1]

Estas medidas son utilizadas para hallar el volumen desplazado por el pistón. A pesar de las ventajas ofrecidas por los cilindros de carrera corta, la importancia que ha alcanzado la reducción de polución atmosférica ha obligado a actuar de forma inversa y en muchos casos a inclinarse por carreras mayores.

2.1.5.2 Cilindrada

La cilindrada del motor es la capacidad volumétrica que tiene la suma de todos sus cilindros. Normalmente se expresa en cm^3 . Para calcular hay que aplicar la siguiente fórmula.

$$V_t = \frac{\pi * d^2}{4} * L * N \quad (2.1)$$

Donde:

- V_t = cilindrada total (cm^3)
- D = diámetro del cilindro(cm)
- L = carrera del pistón(cm)
- N = número de cilindros

La cilindrada tiene una importante relación con las características del motor ya que una mayor cilindrada puede producir una potencia superior.

2.1.5.3 Relación de compresión

Cuando se produce el tiempo de admisión, se llena el volumen del cilindro y el de la cámara de compresión. Una vez concluido el tiempo, los gases se comprimen y se reducen al espacio de la cámara de compresión. Se llama relación de compresión R_c a la relación que existe entre el volumen teórico admitido y el comprimido, y viene expresado con un número.

Para calcular la relación de compresión de un motor, se dispone de la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{V_p + V_c}{V_c} \quad (2.2)$$

Donde:

- R_c = Relación de compresión
- V_p = Volumen parcial (volumen de un solo cilindro)
- V_c = Volumen de la cámara de compresión

La relación de compresión en los motores de gasolina es mucho menor que en los diesel, del orden de 8 a 12 frente a los 18 a 23 del diesel.

2.1.5.4 Rendimiento volumétrico

La cantidad de mezcla introducida en el cilindro durante la carrera de admisión es una medida del rendimiento volumétrico del motor. Si la mezcla fuera aspirada lentamente sería posible que el cilindro se llenara en su totalidad; sin embargo, como hemos dicho anteriormente, la mezcla debe pasar muy rápidamente a través de una serie de angostas secciones en el carburador y colector. Además, la mezcla está sometida al calor (procedente del motor y el colector de escape) y por lo tanto aumenta su temperatura y sabemos que cuando el aire se calienta, se dilata. Estos dos fenómenos, rápido movimiento y calentamiento, reducen la cantidad de mezcla que puede penetrar en el cilindro durante la carrera de aspiración; no puede realizarse el llenado completo debido a que el tiempo disponible para ello es demasiado corto.

El rendimiento volumétrico es la relación entre la cantidad de mezcla que realmente entra en el cilindro y la que podría entrar en condiciones ideales. Cuanto mayor es la velocidad del motor menor es el tiempo de que se dispone para el llenado del cilindro, llegándose a un

punto en que la cantidad de mezcla que penetra es insuficiente, con lo que para esta velocidad disminuye la potencia.

Los motores modernos son diseñados de forma que puedan aspirar más fácilmente y posean un rendimiento volumétrico más elevado a altas velocidades, con lo cual se consigue un aumento de potencia. Por ejemplo, las válvulas de admisión se fabrican más grandes, y los colectores de aspiración de mayor sección con menos sinuosidades. Una mejor aspiración y por tanto más elevado rendimiento volumétrico, dan unas mejores características al motor.

2.1.5.5 Curvas características de los motores de combustión interna

El modo de ser (la característica) de un motor se deduce de los valores de potencia, momento y consumo específico de combustible medidos en el banco de pruebas para velocidades distintas.

Si se llevan esos valores como ordenadas sobre los números de revoluciones resultan mediante unión de los puntos correspondientes las curvas (Figura 2.45) que llamamos características del motor.

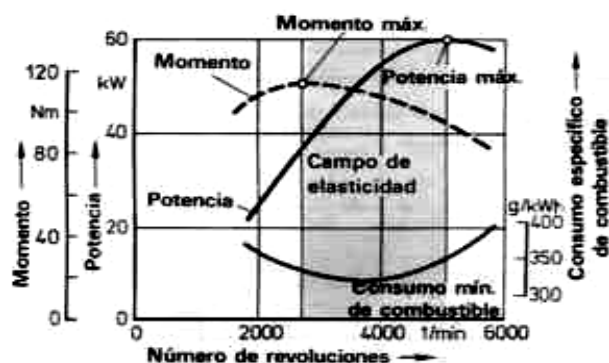


Figura 2.45 Curvas características de un motor de ciclo OTTO [1]

2.1.5.6 Curva de potencia

La curva de potencia se distingue porque se eleva en forma sostenida en proporción con las revoluciones hasta cierto régimen, en forma de un lomo (lomo de potencia), la elevación de esta curva depende en gran medida de la forma constructiva del motor, compresión y al uso que se le vaya a dar; siendo elevada en motores rápidos y menos elevada en motores de menor cilindrada.

2.1.5.7 Curva de par

La curva de par es más reducida que la de potencia, el punto más alto de la curva de par motor corresponde al par máximo o también llamado par óptimo; sin embargo el valor del par motor depende de la velocidad, siendo la curva elevada cuando el llenado de los cilindros es mayor y mejor, es decir cuando la velocidad es reducida y decrece cuando la velocidad aumenta y el llenado de los cilindros es bastante deficiente. Encontrándose el par máximo en la zona de elasticidad del motor.

2.1.5.8 Consumo específico de combustible

Es la cantidad de combustible que necesita un motor para suministrar una determinada unidad de potencia por unidad de tiempo.

El consumo específico es una forma de expresar el rendimiento del motor, en el sentido que relaciona consumo con prestaciones.

Cuanto menor sea el consumo específico de un motor, mejor es su rendimiento.

Los motores Diesel tienen su punto de menor consumo específico a velocidades de rotación más altas, por lo que en este caso, lo más conveniente, es utilizarlo cerca de la potencia máxima.

$$C_s = \frac{C_t}{N_e} \quad (2.3)$$

Donde:

- C_s = consumo específico (Kg/CV*H)
- C_t = medida de consumo (Kg/h)
- N_e = potencia efectiva (CV)

La Medida de consumo.-El consumo de combustible será:

$$C_t = \frac{3.6 * V_f * \rho_b}{t} \text{ (Kg/h)} \quad (2.4)$$

Donde:

- V_f = volumen de combustible (cm^3)
- t = tiempo para consumir V_f (s)
- ρ_b = peso específico de combustible (g/cm^3)

Remplazando (2.4) en (2.3) se obtiene:

El consumo específico estará dado por:

$$C_s = \frac{3.6 * V_f * \rho_b}{t * N_e} \text{ (Kg/CVh)} \quad (2.5)$$

2.2 Sistema de inyección electrónica

2.2.1 Principio de funcionamiento de la inyección electrónica

La inyección electrónica es un sistema de alimentación de combustible, comandado electrónicamente, que controla la dosificación de la mezcla aire-combustible; en función del régimen de trabajo del motor.

La cantidad de combustible por inyectar, es calculada por la unidad de control electrónico (ECU), para este cálculo; esta recibe información de varios sensores ubicados en distintas partes estratégicas del motor, esta información incluye entre las más importantes: presión en el múltiple de admisión, posición de la mariposa de aceleración, temperatura del motor, señal de giro del motor. Por otra parte están los actuadores que son los que reciben las señales, en base al cálculo realizado por la ECU.

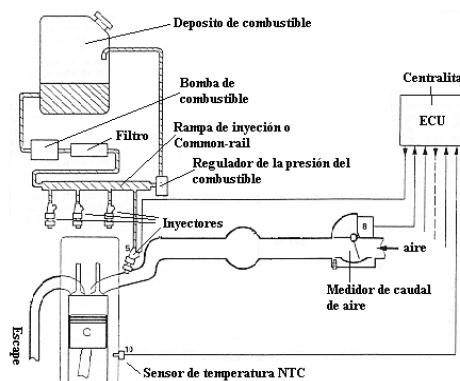


Figura 2.46 Esquema de un sistema de inyección electrónica y sus componentes [2]

2.2.1.1 Unidad de control electrónico (ECU)

La ECU utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitados para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el RAM (memoria temporal), el ROM (programa básico de computadora) y el PROM (programa de sintonía fina), estos tres microprocesadores son el corazón de la ECU.

La ROM, o memoria sólo para leer, es la sección de la ECU que contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la computadora. Esta es la sección que dice: “cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda”. El microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil. Esto significa que el programa diseñado en él no se puede borrar al desconectar la energía.

La RAM, o memoria de acceso aleatorio, es la sección que tiene tres funciones principales. La primera función actúa como la libreta de apuntes de la ECU; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, la ECU utiliza la RAM. La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques (BLM) cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto. La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta re-arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira de la ECU. A diferencia del ROM y PROM, los chips del RAM son memorias volátiles.

El PROM, o memoria programable sólo para leer, es la sección de calibración del chip en la ECU. El PROM funciona junto con el ROM para las funciones del ajuste fino del control de combustible y del tiempo de encendido para la aplicación específica. El PROM es también una memoria no volátil. Contiene la información acerca del tamaño del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia de rodamiento, coeficiente de arrastre y relación final de tracción.

2.2.1.2 Funciones de la ECU

La ECU es capaz de controlar diversas funciones. Además es capaz de proporcionar un control más preciso y sofisticado. Las funciones que pueden ser controladas por la ECU son las siguientes:

Control de inyección de combustible.- La ECU determinará la cantidad de combustible que se inyecta basándose en un cierto número de parámetros. Si el acelerador está presionado a fondo, el ECU abrirá ciertas entradas que harán que la entrada de aire al motor sea mayor. La ECU inyectará más combustible según la cantidad de aire que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente, la cantidad de combustible inyectado será mayor (haciendo que la mezcla sea más rica hasta que el motor esté caliente).

Control del tiempo de inyección.- Un motor de ignición de chispa necesita para iniciar la combustión una chispa en la cámara de combustión. Una ECU puede ajustar el tiempo exacto de la chispa (llamado tiempo de ignición) para proveer una mejor potencia y un menor gasto de combustible. Si la ECU detecta un picado de bielas en el motor, y "analiza" que esto se debe a que el tiempo de ignición se está adelantando al momento de la compresión, ralentizará (retardará) el tiempo en el que se produce la chispa para prevenir la situación.

Una segunda, y más común causa que debe detectar este sistema es cuando el motor gira a muy bajas revoluciones para el trabajo que se le está pidiendo al coche. Este caso se resuelve impidiendo a los pistones moverse hasta que no se haya producido la chispa, evitando así que el momento de la combustión se produzca cuando los pistones ya han comenzado la carrera de expansión [3]. Pero esto último sólo se aplica a vehículos con transmisión manual.

La ECU en vehículos de transmisión automática simplemente se encargará de reducir el movimiento de la transmisión.

Control de la distribución de válvulas.- Algunos motores poseen distribución de válvulas. En estos motores la ECU controla el tiempo en el ciclo de motor en el que las válvulas se deben abrir. Las válvulas se abren normalmente más rápido a mayores velocidades que a menores velocidades. Esto puede optimizar el flujo de aire que entra en el cilindro, incrementando la potencia y evitando la mala combustión de combustible.

Control bomba de combustible.- La ECU controla, el voltaje aplicado a la bomba de combustible, este reduce el voltaje aplicado a la bomba de combustible para así reducir el ruido de la bomba de combustible y el consumo de energía eléctrica en ralentí.

Auto-diagnóstico.- Verifica si los sistemas de señales de entrada y de salida hacia y desde la unidad de control son normales.

Control de régimen de marcha en vacío.- Recibe señales de diversos sensores y regula el motor a régimen de marcha en vacío óptimo de acuerdo a la carga del motor.

Control de ralentí.- Aumenta el régimen de marcha en vacío cuando el voltaje de la batería es bajo, o cuando hay muchos interruptores de carga accionados.

Control regulador de presión.- Aumenta temporalmente la presión de combustible cuando se pone en marcha el motor con elevada temperatura de refrigerante. Existe otro módulo además de la unidad de control.

Otros.- También se utiliza el control E.G.R. (recirculación de gas de escape), control A.V.I. (válvula indicadora de aire), etc.

2.2.1.3 Circuito hidráulico

Depósito de combustible.- Es el contenedor donde se almacena el combustible, para el funcionamiento del motor, internamente consta de celdas que evitan excesivos movimientos de combustible, esto para garantizar el correcto trabajo de la bomba.



Figura 2.47 Depósito de combustible [5]

Hay dos tecnologías para los depósitos de combustible en automóviles:

- Depósitos de plástico, concretamente polietileno de alta densidad (HDPE) producidos por medio de moldeo por soplado. Esta tecnología está en auge por contar con emisiones de combustible muy reducidas. El plástico también posibilita geometrías complejas, por ejemplo, el depósito puede montarse directamente sobre el eje trasero, ahorrando espacio y mejorando la seguridad en caso de impacto. Inicialmente se tenían dudas sobre la dureza del material frente a grietas en comparación con materiales como el acero o el aluminio.
- Depósitos de metal (acero o aluminio) a partir de la soldadura de láminas estampadas. Aunque esta tecnología da buenos resultados en el control de emisiones del combustible, es cada vez menos competitiva en el mercado.

Filtro de combustible.- Es el encargado de retener las partículas de suciedad existentes en la gasolina, para que estas no obstruyan los pequeños orificios de descarga de los inyectores, y así, garantizar un combustible limpio para el funcionamiento del motor. El filtro de combustible usado en los sistemas de inyección electrónica es de alta presión y debe ser reemplazado de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

El elemento filtrante de un filtro de gasolina puede ser fabricado de papel, mallas metálicas, fibra de vidrio, entre otros y este elemento se encuentra recubierto de un cuerpo metálico o de plástico, siendo el primero el usado en los filtros de alta presión. Los filtros de gasolina pueden retener impurezas que tengan un tamaño mayor a las 10 micras.

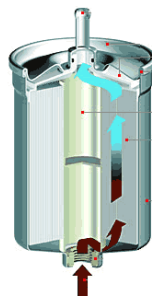


Figura 2.48 Filtro de combustible [5]

Regulador de presión de combustible.- Su función es mantener constante la presión del combustible en todo el sistema de alimentación del vehículo, permitiendo así un funcionamiento óptimo del motor cualquiera sea el régimen de éste. Posee un flujo de retorno, que al sobrepasarse el límite de presión actúa entonces liberando el circuito de retorno hacia el depósito de combustible. El regulador de presión va ubicado generalmente junto al riel de inyectores, aunque puede ir en el circuito de la bomba eléctrica de combustible.

El regulador está construido por un contenedor metálico que posee una membrana, un muelle y una válvula, el regulador tiene una toma de depresión proveniente del colector de

admisión, haciendo que la válvula se abra y el combustible retorne al depósito si la presión en el sistema de alimentación del combustible supere el límite establecido por el tarado del muelle.

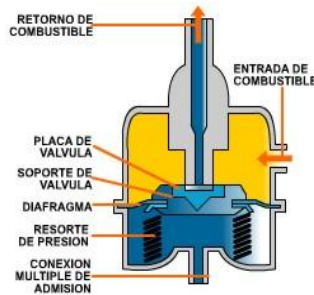


Figura 2.49 Regulador de presión de combustible [3]

Riel de inyector.- El riel de inyector es la parte donde están instalados todos los inyectores. El combustible ingresa por un extremo y por el otro, el riel tiene instalado un regulador de presión que impide que la gasolina se regrese al depósito hasta que la presión dentro del riel alcance el valor requerido para su funcionamiento.



Figura 2.50 Riel de inyector [5]

2.2.1.4 Ventajas del sistema de inyección electrónica de combustible

Las ventajas que ofrece un sistema de inyección electrónica, son las siguientes:

- Menor consumo de combustible
- Mayor potencia
- Gases de escape menos contaminantes

- Facilidad de arranque en frío

Menor consumo de combustible.- Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se produce mezclas desiguales de aire-combustible para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

Mayor potencia.- La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

Gases de escape menos contaminantes.- La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción de la mezcla aire-combustible. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

Facilidad de arranque en frío.- Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una óptima marcha del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

2.2.2 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- Según el lugar donde inyectan.
- Según el número de inyectores.
- Según el número de inyecciones.
- Según las características de funcionamiento.

2.2.2.1 Según el lugar donde inyectan:

Inyección directa.- El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección de gasolina como el motor GDI de Mitsubishi o el motor IDE de Renault [3].

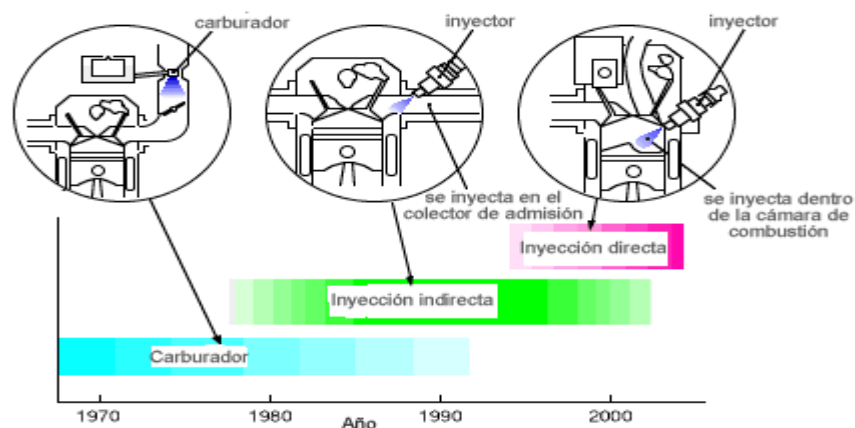


Figura 2.51 Evolución de los sistemas de alimentación [3]

Inyección indirecta.- El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Este sistema es el más usado actualmente.

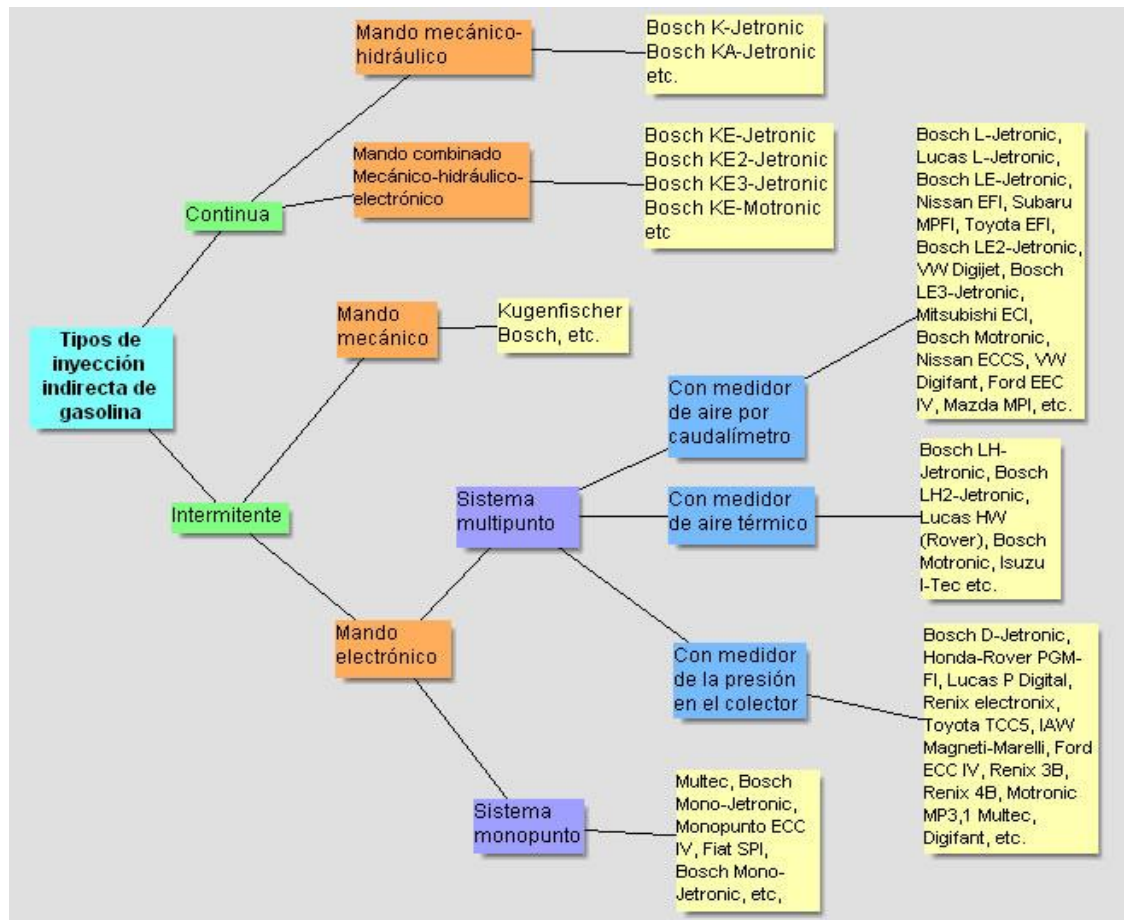


Figura 2.52 Tipos de inyección indirecta de gasolina [3]

2.2.2.2 Según el número de inyectores:

Inyección mono punto.- Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de anti contaminación.

Inyección multipunto.- Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada.

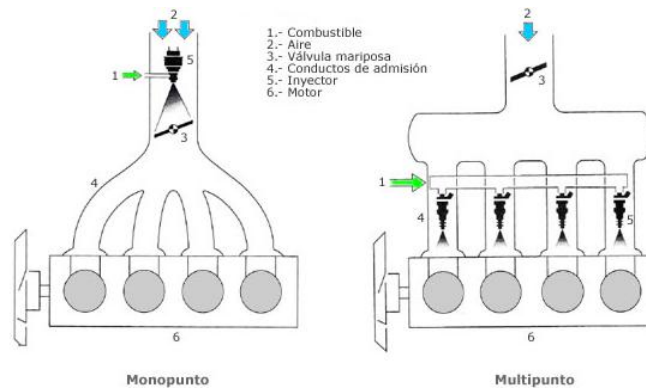


Figura 2.53 Sistema de inyección mono punto y multipunto [5]

2.2.2.3 Según el número de inyecciones:

Inyección continua.- Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

Inyección intermitente.- Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe las señales de la ECU. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

- **Secuencial.-** El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.
- **Semisecuencial.-** El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.
- **Simultánea.-** El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

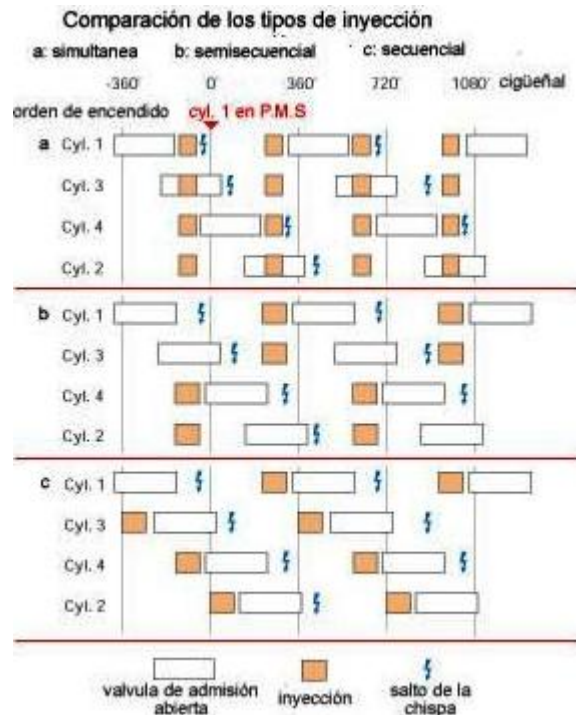


Figura 2.54 Comparación de los tipos de inyección [3]

2.2.2.4 Según las características de funcionamiento:

- Inyección mecánica (K-jetronic)
- Inyección electromecánica (KE-jetronic)
- Inyección electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Digifant, etc.)

2.2.3 Sensores y actuadores

Los automóviles actuales tienen una cantidad importante de sensores (de 60 a 70 sensores en algunos casos). Estos sensores son necesarios para la gestión electrónica del automóvil y son utilizados por las unidades de control (ECU) que gestionan el funcionamiento del motor, así como la seguridad y el confort del vehículo.

Los sensores se emplean siempre que sea necesario transformar una magnitud física o mecánica previamente medida en una señal eléctrica. A partir de esto, una unidad de control puede procesar dicha señal y, dado el caso, influenciar o regular a su vez el funcionamiento de los actuadores.

2.2.3.1 Sensores

El sensor (también llamado sonda o transmisor) convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o asimismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

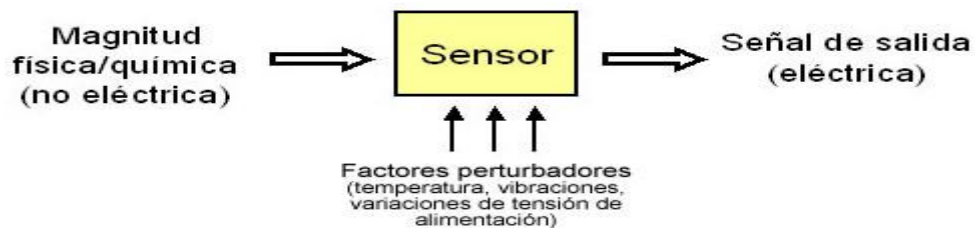


Figura 2.55 Diagrama de flujo del funcionamiento de un sensor en general [6]

2.2.3.1.1 Sensor TPS

Nombre: Sensor de posición de mariposa del acelerador (Throttle Position Sensor).

Función: Informa la posición angular de la mariposa, la cual nos indica la posición del acelerador enviando la información hacia la unidad de control. En función de esta señal la ECU calcula el pulso del inyector, la curva de avance del encendido y el funcionamiento del sistema del control de emisiones.

Ubicación: Normalmente está situado sobre la mariposa del cuerpo de aceleración.

Tipo: Potenciómetro



Figura 2.56 Sensor TPS [6]

Número de cables:

3 cables:

- Voltaje de referencia.
- Señal.
- G.N.D.

4 cables:

- Voltaje de referencia.
- Señal.
- G.N.D.
- Switch de ralentí.

Circuito eléctrico del sensor TPS:

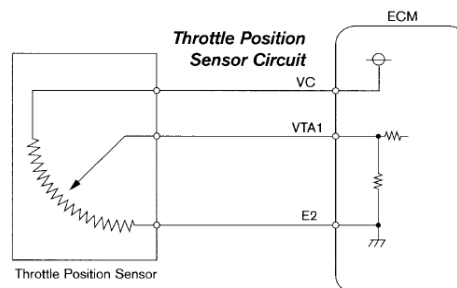


Figura 2.57 Circuito eléctrico del sensor TPS [7]

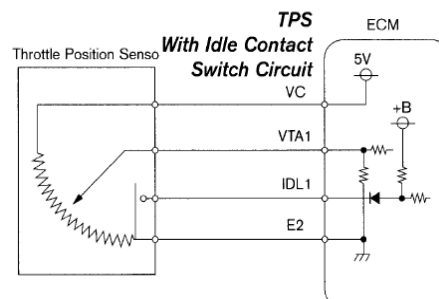


Figura 2.58 Circuito eléctrico del sensor TPS con contacto de switch [7]

Condiciones de trabajo de un TPS:

- **Apertura máxima.-** La condición de apertura máxima (WOT), permite que el ECU detecte la aceleración a fondo, condición que se efectúa cuando el acelerador es pisado a fondo. En esta condición la E.C.U. efectúa enriquecimiento adicional, modifica el avance y puede interrumpir el accionamiento de los equipos de A/C.
- **Marcha lenta.-** La condición de marcha lenta o mariposa cerrada (Idle Speed), es detectada por el TPS en base a su condición de tensión mínima prevista, dicha tensión debe estar comprendida en un rango predeterminado y entendible por el ECU como marcha lenta. Este valor de tensión se suele denominar voltaje mínimo del TPS o voltaje mínimo y su ajuste es de suma importancia a los efectos que la E.C.U. pueda ajustar correctamente el régimen de marcha lenta y la condición de freno motor. En aquellos casos en los que el TPS incorpore Switch, es este mismo Switch el que al conectarse da aviso al ECU acerca de la condición de marcha lenta.

Ejemplos de voltaje mínimo:

- Bosch, V.W..... (0.45 - 0.55) V
- Ford EECIV.....(0.65 - 0.9) V
- Nissan.....(0.45 +/- 0.05) V
- General Motors - en general..... (0.6 +/- 0.05) V

Forma de onda:

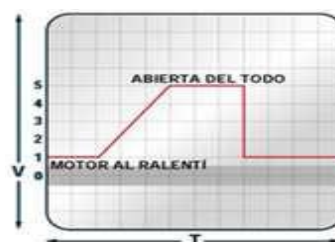


Figura 2.59 Forma de onda del sensor TPS [7]

Síntomas de falla:

- El titubeo y el ahogamiento durante la desaceleración.
- La marcha mínima inestable.
- Una falta de rendimiento del motor o mayor consumo de combustible.
- Un problema causado por un TPS en mal estado es la pérdida del control de marcha lenta, quedando el motor acelerado o regulando en un régimen incorrecto. La causa de esto es una modificación sufrida en la resistencia del TPS por efecto del calor producido por el motor, produciendo cambios violentos en el voltaje mínimo y haciendo que la unidad de control no reconozca la marcha lenta adecuadamente, esta falla es una de las más comunes en los TPS.
- El TPS se desajusta cuando toma temperatura, la falla se presenta como pérdida del control de marcha lenta, en otras palabras el motor se queda acelerado o regula en un régimen inadecuado en ciertas condiciones.
- La pista del TPS se encuentra defectuosa y al barrerla hay mal contacto, la falla produce tironeo de motor y puede prenderla lámpara de diagnóstico.

Comprobaciones:

- **Control de voltaje mínimo:** Uno de los controles que podemos realizar es la medición de voltaje mínimo. Para esto con el sistema en contacto utilizamos un multímetro haciendo masa con el negativo del multímetro a la carrocería y conectando el positivo al cable de señal.
- **Control de voltaje máximo:** Se realiza con el sistema en contacto y acelerador a fondo utilizando un multímetro obteniéndose en caso de correcto una tensión en el rango de la tensión de voltaje máxima según el fabricante, generalmente entre (4 - 4.6) V.

- **Barrido de la pista:** El barrido de la pista se realiza con un multímetro preferentemente de aguja o con un osciloscopio debiéndose comprobar que la tensión se mantenga uniforme y sin ningún tipo de interrupción durante su ascenso. La tensión comienza con el voltaje mínimo y en su función normal consiste en una subida hasta llegar al voltaje máximo, valor que depende según el fabricante.
- **Barrido de la pista:** El cursor debe recorrer la pista del potenciómetro sin cortes ni falsos contactos, esto es muy importante a los efectos de evitar tironeo de motor, fallas y detecciones de mal función por el sistema de autodiagnóstico del ECM.
- **Señal del TPS:** La salida de tensión del TPS "Arranca" con el voltaje mínimo, y a medida que se abre la mariposa la tensión debe ir ascendiendo hasta llegar al valor máximo, normalmente comprendido entre 4 y 4.6 voltios. La forma de comprobar este barrido consiste en efectuar la medición con un multímetro de aguja, osciloscopio analógico o digital y verificar el ascenso de la tensión de salida sin interrupciones.

2.2.3.1.2 Sensor IAT

Nombre: Sensor de temperatura del aire de admisión. (Air Temperature Sensor).

Función:

- Determinar la densidad del aire.
- Medir la temperatura del aire.
- Este sensor trabaja en función de la temperatura, ósea que si el aire está en expansión o en compresión, esto debido a su temperatura.

Ubicación:

- Se encuentra en el ducto de plástico del colector de admisión del aire.
- Localizada en el depurador o filtro de aire.
- En la entrada de la mariposa de aceleración.
- Forma un solo conjunto con el caudalímetro.

Tipo: Es un termistor o resistor NTC es alimentado con 5V entre más caliente, menor es su resistencia.



Figura 2.60 Sensor IAT [6]

Número de cables:**2 cables:**

- Voltaje de referencia o G.N.D.
- Señal.

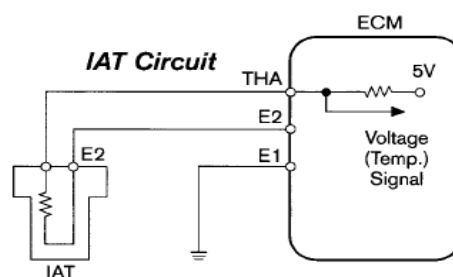
Circuito eléctrico del sensor IAT:

Figura 2.61 Circuito eléctrico del sensor IAT [7]

Condiciones de trabajo de un IAT:

Es un termistor de coeficiente negativo, es decir entre más caliente, menor es su resistencia, es alimentado de 5 voltios y es similar al sensor ECT.

TABLA I VALORES DE TEMPERATURAS Y SUS RESPECTIVAS RESISTENCIAS, IAT [7]

TEMPERATURA °F	TEMPERATURA °C	RESISTENCIA	Voltaje en el cable de señal
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Forma de onda:

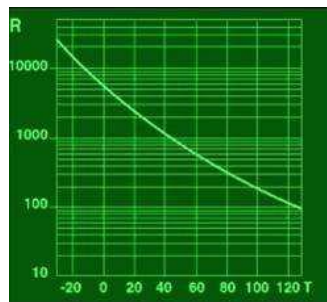


Figura 2.62 Forma de onda del sensor IAT [5]

Síntomas de falla:

- Cable abierto.
- Altas emisiones contaminantes de monóxido de carbono.
- Consumo elevado de combustible.
- Problemas para el arranque frío.
- Aceleración ligeramente elevada o alta.
- Titubeo en el motor.
- Fuerte olor de gasolina en el escape y bajo rendimiento.

Comprobaciones:

- Con el sensor desconectado verificar el voltaje de alimentación entre (4.8 – 5) v.
- Verificar la señal de salida en diferentes temperaturas.
- Motor frío (4 - 4.8) v.
- Motor caliente (0.4 - 0.5) v.

2.2.3.1.3 Sensor CKP

Nombre: Sensor de posición del cigüeñal (Crankshaft Position Sensor).

Función: Proporcionar a la ECU la posición del cigüeñal, velocidad del motor, punto de encendido y momento de la inyección.

Se instala cercano a la rueda volante de inercia, los dientes de la cinta del volante de inercia pasan muy cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna; es decir si la cinta dentada tuviera 300 dientes, por ejemplo en cada vuelta completa del eje cigüeñal se inducirían 300 pulsos en el sensor.

Ubicación: Frecuentemente se encuentra ubicado en la parte baja del motor, al lado derecho cerca de la polea del cigüeñal (incrustado en el bloque de cilindros, o a un lado de la polea principal), en la tapa de la distribución o en el monoblock o forma parte del distribuidor.

Tipo: Es un sensor de tipo inductivo en otros casos un sensor de efecto hall.



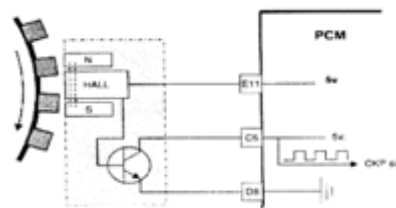
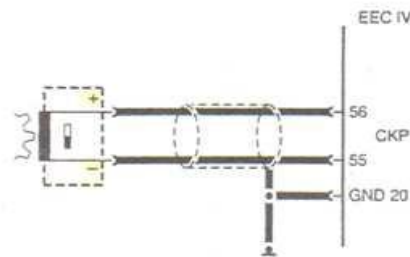
Figura 2.63 Sensor CKP [7]

Número de cables:**2 cables: (Inductivo)**

- Voltaje de referencia o G.N.D.
- Señal.

3 cables: (Efecto hall)

- Alimentación: 12v.
- Masa.
- Señal.

Circuito eléctrico del sensor CKP:**Figura 2.64** Sensor tipo hall [7]**Figura 2.65** Sensor tipo inductivo [7]**Condiciones de trabajo de un CKP:**

- **Sensor de posición del cigüeñal CKP (Hall):** El sensor de cigüeñal de tipo hall genera una sola onda cuadrada con tantas señales como cilindros tenga el motor, monitorea la posición del cigüeñal, y envía la señal al modulo de encendido indicando el momento exacto en que cada pistón alcanza el máximo de su recorrido, (TDC). En algunos casos una de las señales es más grande que las demás indicando el PMS del cilindro uno cuando el sistema es de inyección secuencial.

- **Sensor de posición del cigüeñal CKP (Inductivo):** El sensor CKP de tipo inductivo genera una onda alterna senoidal con una irregularidad cíclica producida por un diente faltante sobre la rueda fónica de excitación montada en el cigüeñal. Consiste de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán enfrentado a la rueda dentada o fónica.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- La mayoría de los sistemas: 60 dientes – 2 dientes – 58 dientes.
- En el caso de Ford: 36 dientes – 1 diente – 35 dientes.

Los sensores CKP, tienen solo dos pines de conexión correspondientes a los extremos de la bobina del sensor. Algunos CKP tienen tres cables, siendo el tercero un blindaje a masa, para evitar interferencias parásitas del encendido.

Sensor tipo opto-eléctrico CMP y CKP en distribuidor-señal fotoeléctrica proveniente del distribuidor: Este tipo de sensor suele estar ubicado dentro del distribuidor. Provee a la ECU la señal de rpm y de PMS de los cuatro cilindros. Su medición es similar a la de un sensor efecto hall.

Normalmente tiene 4 cables de conexión correspondiente a:

- Alimentación:5v
- Masa.
- Señal de R.P.M. de alta resolución (360 pulsos por vuelta del distribuidor).
- Señal árbol de levas de baja resolución (4, 6,8 pulsos por vuelta de distribuidor).

Forma de onda:



Figura 2.66 Forma de onda del sensor de posición del cigüeñal (Hall) [7]

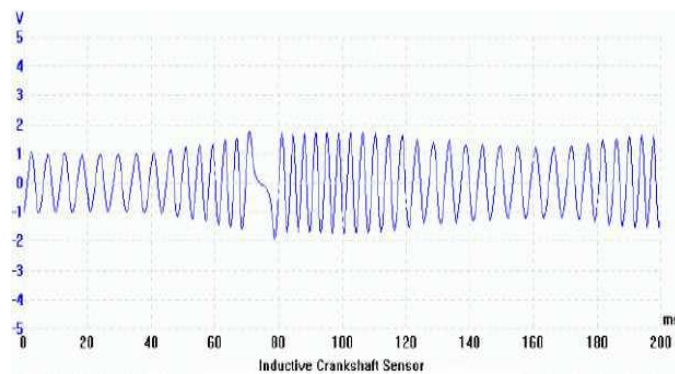


Figura 2.67 Forma de onda del sensor de posición del cigüeñal (Inductivo) [7]



Figura 2.68 Forma de onda del sensor tipo opto-eléctrico CMP y CKP en el distribuidor [7]

Síntomas de falla:

- El motor no arranca.
- Explosiones en el arranque.
- El automóvil se tironea.
- Puede apagarse el motor espontáneamente.

Comprobaciones:

- Probar que tenga una resistencia de (190 - 250) Ω del sensor esto preferente a temperatura normal del motor.
- Continuidad entre los 2 cables.
- Con el scanner buscar el número de pulsos.

2.2.3.1.4 Sensor CMP

Nombre: Sensor de posición de árbol de levas (Camshaft Position Sensor).

Función: El CMP por su parte indica a la ECU la posición del árbol de levas para que determine la secuencia adecuada de inyección. El sensor CMP es necesario en motores con inyección secuencial multipunto para identificar el cilindro número 1, su información permite que el calculador defina un cilindro de referencia que servirá para respetar el orden de encendido e inyección.

Ubicación: Usualmente se encuentra del lado de la distribución frente a la polea del árbol de levas, frente al otro extremo del árbol de levas, fijado en la tapa válvulas, o en otros casos se encuentra dentro del distribuidor.

Tipo: Es un generador inductivo, cuyo funcionamiento es muy similar al sensor CKP o en otros casos es un sensor de efecto hall.



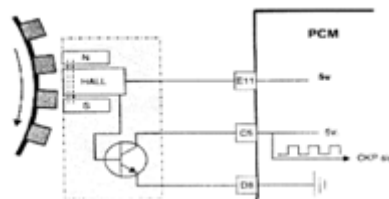
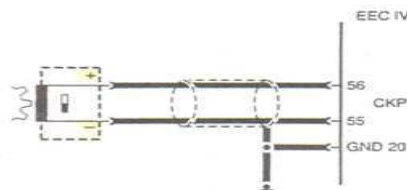
Figura 2.69 Sensor de posición de árbol de levas [7]

Número de cables:**2 cables: (Inductivo)**

- Voltaje de referencia o G.N.D.
- Señal.

3 cables: (Efecto hall)

- Alimentación: 12v.
- Masa.
- Señal.

Circuito eléctrico del sensor CMP:**Figura 2.70** Sensor tipo hall [7]**Figura 2.71** Sensor tipo inductivo [7]**Condiciones de trabajo de un CMP:**

- **Sensor de posición del árbol de levas CMP (Hall):** El sensor del árbol de levas es el sensor de la identificación del cilindro número 1 y se utiliza a veces como referencia para medir el tiempo de la inyección secuencial del combustible. Además este sensor informa a la computadora, la posición exacta de las válvulas. Opera como un hall-efecto switch, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión. Este sensor remplaza la función del distribuidor. La forma de onda de la señal puede ser o una onda magnética senoidal (alterna) o una onda tipo cuadrada.

Las características de una buena forma de onda de efecto hall, son una conmutación limpia.

- **Sensor de posición del árbol de levas CMP (Inductivo):** El sensor de árbol de levas inductivo provee a la ECU la información que le permite identificar el cilindro número 1. Es utilizado en los sistemas de inyección secuencial. Es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrenteado al árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas del cigüeñal.

El voltaje producido por el sensor del árbol de levas será determinado por varios factores: la velocidad del motor, la proximidad del rotor de metal al sensor y la fuerza del campo magnético ofrecida por el sensor. La ECU necesita ver la señal cuando el motor se enciende para su referencia. Las características de una buena forma de onda inductiva del sensor del árbol de levas son: una onda alterna que aumenta de magnitud como se aumenta la velocidad del motor y proporciona generalmente una señal por 720° de la rotación del cigüeñal (360° de la rotación del árbol de levas). El voltaje pico será aproximadamente 0.5v, mientras que el motor está encendiéndose, en marcha lenta trabaja alrededor de 2.5v.

Forma de onda:

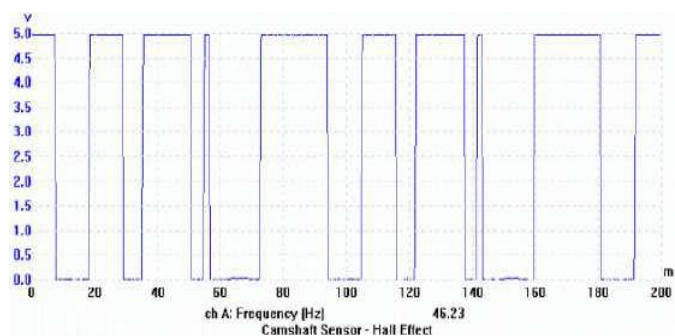


Figura 2.72 Forma de onda del sensor de posición de árbol de levas (Hall) [7]

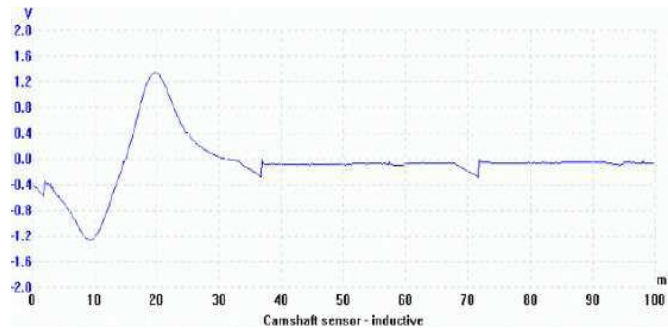


Figura 2.73 Forma de onda del sensor de posición de árbol de levas (Inductivo) [7]

Síntomas de falla:

- El motor arranca con dificultad.
- El régimen de ralentí falla en frío.
- Falta de potencia.
- Explosiones arranque.
- Se enciende la luz de Check Engine.

Comprobaciones:

Sensor Inductivo

- Verificar la resistencia de 200 ohmios aproximadamente.
- Comprobar la distancia del entrehierro: 0.6mm mínima a 1.2mm máxima.
- Para determinar si el sensor está proporcionando una señal de velocidad a la ECU medir el voltaje.
- El voltaje estimado esperado durante el arranque está en (1-3) v. La señal puede también ser detectada con un osciloscopio. En el caso de que un diente falte, una onda sinusoidal estará incompleta.

Sensor efecto Hall

- Tres terminales (alimentación al sensor, señal, masa).

- Comprobar que exista una alimentación de (5 o 12) v. al sensor.
- Comprobar que el sensor esté conectado a tierra.
- Observar la forma de onda generada con Osciloscopio.

2.2.3.1.5 Sensor KS

Nombre: Sensor de detonación

Función:

- La detonación o cascabeleo del motor provoca que el sensor genere una señal de bajo voltaje y esta es analizada por la ECU.
- Esta información es usada por la ECU para controlar la regulación del tiempo, atrasa el tiempo hasta un límite que varía según el fabricante puede ser de 17 a 22 grados, esto lo hace a través de un módulo externo llamado control electrónico de la chispa.

Ubicación: Está situado en el bloque del motor en el múltiple de admisión o en la tapa de válvulas.

Tipo: Es un sensor de tipo piezoeléctrico



Figura 2.74 Sensor KS [6]

Número de cables:

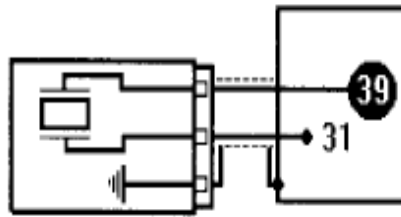
Los TPS suelen tener 3 cables de conexión y en algunos casos pueden tener 4 cables, este último caso incluye un switch, utilizado como contacto de marcha lenta (Idle Switch).

2 cables:

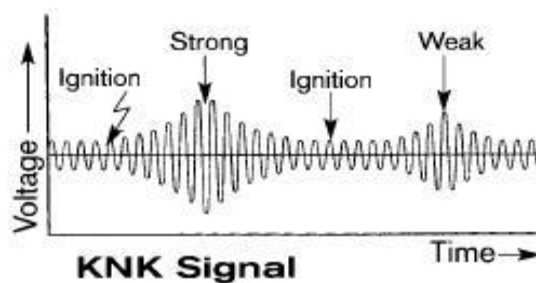
- Señal.
- Masa sensor

3 cables:

- Señal
- Masa sensor
- Blindaje masa electrónica

Circuito eléctrico del sensor KS:**Figura 2.75** Circuito eléctrico del sensor KS [7]**Condiciones de trabajo de un KS:**

- Su principio de operación está basado en la capacidad de un elemento piezoeléctrico de convertir las vibraciones en señal eléctrica y viceversa, de esta manera el sensor colocado en un lugar específico producirá una señal de voltaje AC. Cabe señalar que el sensor está diseñado para trabajar al rango de frecuencia específica del motor.

Forma de onda:**Figura 2.76** Forma de onda del sensor de detonación KS [7]

Síntomas de falla:

- Pérdida de potencia o cascabeleo del motor y por lo tanto deterioro de algunas partes mecánicas.

Comprobaciones:

- Golpear levemente el múltiple de admisión, hacer una pequeña marca visible en la polea del cigüeñal y con una lámpara de tiempo ponerla directamente en la marca y golpear y veremos cómo se atrasa el tiempo.

2.2.3.1.6 Sensor MAP

Nombre: Sensor de presión absoluta en el múltiple (Manifold Absolute Presion).

Función: Su objetivo es proporcionar una señal proporcional a la presión existente en la tubería de admisión con respecto a la presión atmosférica, midiendo la presión absoluta existente en el colector de admisión. Para ello genera una señal que puede ser analógica o digital, reflejando la diferencia entre la presión en el interior del múltiple de admisión y la atmósfera.

Ubicación: El sensor MAP, se encuentra en la parte externa del motor después de la mariposa, presentándose en algunos casos integrado a la ECU.

Tipos: Podemos encontrar dos diferentes tipos de sensores, por variación de presión y por variación de frecuencia.



Figura 2.77 Sensor MAP [7]

Número de cables:

3 cables:

- Voltaje de alimentación
- Señal
- Masa

Circuito eléctrico sensor MAP:

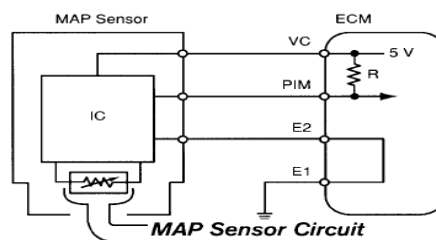


Figura 2.78 Circuito eléctrico del sensor MAP [7]

Forma de onda:

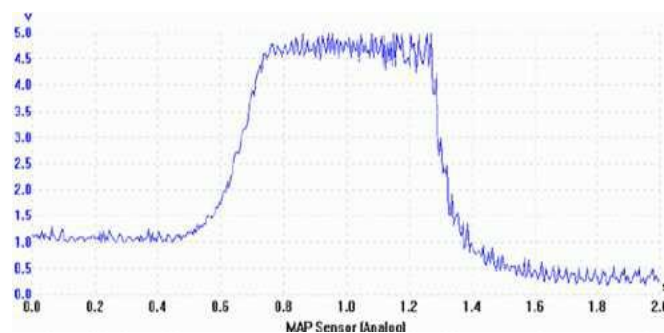


Figura 2.79 Forma de onda del sensor MAP [7]

Síntomas de falla:

- Arranques difíciles, pre-encendido, ralentí inestable.
- Gases de escape negros, debido al atraso de la chispa o demasiado tiempo de inyección.
- Golpeteo debido a un avance excesivo.
- Demasiado consumo de combustible.
- Sobrecalentamiento del convertidor catalítico.

Comprobaciones:

- Inspeccionar visualmente, si la manguera y todo el conducto de aspiración hacia el sensor estén libres.
- Comprobar que no existan mangueras de vacío mal conectadas, deformadas, agrietadas u obstruidas.
- Si existiera una fuga de vacío en la manguera del sensor, este asumiría que hay una mayor carga (menor vacío) y en consecuencia la ECU aumentaría el tiempo de inyección y retrasaría el encendido.
- Verificar las señales de salida del sensor:
 Con el interruptor de encendido en ON: (4 - 4,7) V (según presión atmosférica).
 Motor en ralentí: (1,2 - 1,6) V.
 En desaceleración brusca: (0,5 - 0,9) V.
 En aceleración brusca: la señal debe crecer a 3V o más.
- En caso de tratarse de un sensor MAP digital, es decir por variación de frecuencia sus valores están entre:
 (80 – 162) Hz. (12 – 105) kPa.
- Con una bomba manual de vacío generar depresión en el sensor, y medir el voltaje de salida:
 0.2 bar = (3.5 – 3.9) V
 0.4 bar = (2.3 – 2.7) V
 0.6 bar = (1.3 – 1.7) V
 0.8 bar = (0.3 – 0.7) V

2.2.3.1.7 Sensor ECT

Nombre: Sensor de temperatura del motor (Engine coolant temperature).

Función: La señal de este sensor, informa a la ECU la temperatura del refrigerante del motor, para que la misma enriquezca automáticamente la mezcla aire-combustible cuando el motor esta frío, y la vaya empobreciendo paulatinamente con el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, en cuyo momento se inyectara la mezcla ideal. Además la ECU utiliza la señal de este sensor para el control de la válvula EGR, y para comandar el funcionamiento del electro-ventilador de refrigeración.

Ubicación: Esta localizado generalmente cercano al termostato del motor, roscado en la culata en contacto directo con el liquido refrigerante del motor.

Tipo: Termistor NTC, es decir de coeficiente negativo de temperatura.



Figura 2.80 Sensor ECT [6]

Número de cables:

2 cables:

- Voltaje de Alimentación 5V.
- Señal

Circuito eléctrico sensor ECT:

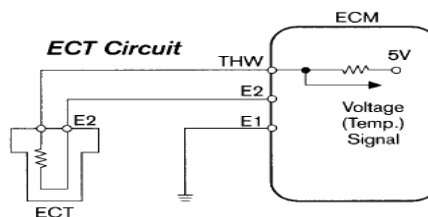
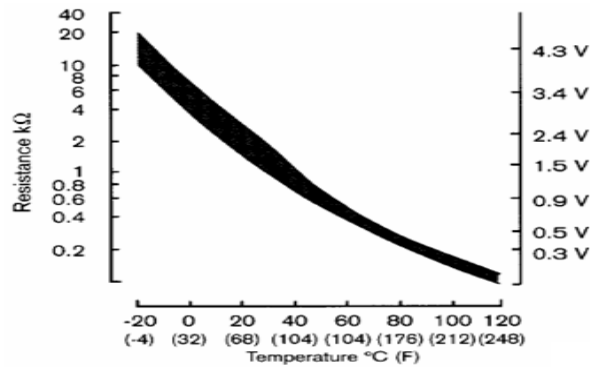


Figura 2.81 Circuito eléctrico del sensor ECT [7]

Forma de onda:**Figura 2.82** Forma de onda del sensor ECT [7]**Síntomas de falla:**

- Arranques dificultosos.
- Electro-ventilador encendido en todo momento con el motor funcionando.
- Consumo excesivo de combustible.
- Ahogamiento y golpeteo.
- Problemas de sobrecalentamiento del motor.
- Marcha mínima dispareja.
- Pérdida de potencia.

Comprobaciones:

- Verificar el voltaje de alimentación del sensor (4.8 - 5) v.
- Medición de la señal de salida del sensor:
 Motor frío: (4.2 – 4.8) v.
 Motor caliente: (0.5 – 0.7) v.
- Medición de resistencias, el sensor deberá marcar aproximadamente 3000 ohmios en frío y 300 ohmios en caliente, no debe existir interrupción de esta lectura al irse calentando:

TABLA II VALORES DE TEMPERATURAS Y SUS RESPECTIVAS RESISTENCIAS, ECT [7]

Temperatura °C	Resistencia
-10	(8.10 – 10.77) KΩ
20	(2 – 4.5) KΩ
50	(600 – 900) Ω
90	(100 – 300) Ω

2.2.3.1.8 Sensor O₂

Nombre: Sensor de oxígeno (Oxygen sensor).

Función: Informar a la ECU la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape del motor, para que esta mediante la variación de cantidad de combustible inyectado, garantice una mezcla ideal de aire-combustible, es decir: una mezcla estequiometría (λ 1) que equivale a una relación aire / combustible de 14.7: 1. Esto quiere decir, 14.7 partes de aire por una parte de combustible. Un λ de 1.05 o mayor significa mezcla pobre, y un λ 0.95 o menor denota una mezcla rica. El buen rendimiento de la inyección y la reducción de los gases contaminantes dependen del funcionamiento del sensor de oxígeno. Como éste está constantemente expuesto a los gases de la combustión, con el tiempo necesita ser reemplazado.

Ubicación: Se encuentra colocado en el sistema de escape del motor, generalmente en el múltiple, o cerca de él.

Tipos: Puede ser de 2 tipos, según el elemento activo:

- Zirconio.
- Titanio.



Figura 2.83 Sensor O₂

Número de cables:

1 cable:

- Señal (color negro), la masa del sensor es su propia carcasa.

2 cables:

- Señal (color negro).
- Resistencia calentadora (color blanco), la masa del sensor es su propia carcasa.

3 cables:

- Señal (color negro).
- Resistencia calentadora (+) y (-) (ambos de color blanco).

4 cables:

- Señal (color negro).
- Masa de la sonda tomada en la computadora (color gris).
- Resistencia calentadora (+) y (-) (ambos de color blanco).

Circuito eléctrico sensor O₂:

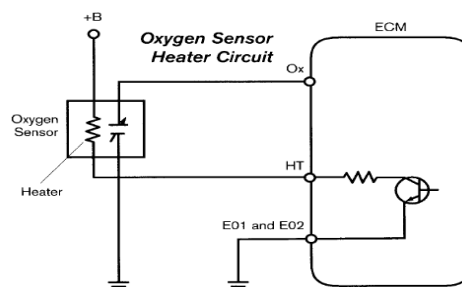


Figura 2.84 Circuito eléctrico del sensor O₂ [7]

Forma de onda:

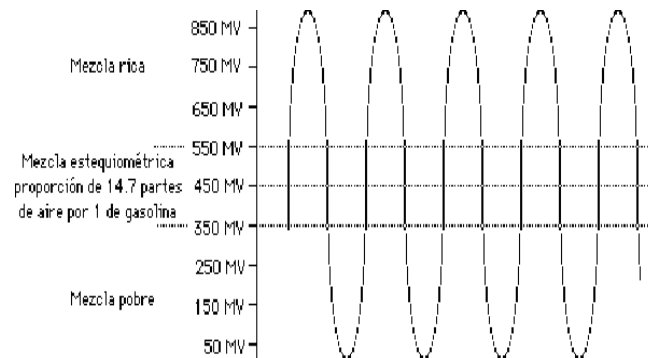


Figura 2.85 Forma de onda del sensor de O₂ [7]

Síntomas de falla:

- Consumo excesivo de combustible.
- Pérdida de potencia.
- Ralentí inestable.
- Mayor emisión de gases contaminantes.

Comprobaciones:

Si el flujo de gases de escape está bajo en oxígeno, lo cual provocará que el voltaje se mantenga alto (mezcla rica), se analiza las siguientes condiciones:

- Falla en la válvula de purga del Cánister.
- Sensor MAP dañado.
- Señal de sensor de temperatura del refrigerante incorrecto.
- Presión excesiva de combustible.
- Fuga en el inyector.
- Combustible contaminado de aceite.
- Filtro de aire obstruido.

Si el contenido de oxígeno en el flujo de gases de escape es alto, provoca una lectura de voltaje bajo (mezcla pobre), se analiza las siguientes condiciones:

- Falla del sistema PCV.
- El cable del sensor de oxígeno aterrizado contra el múltiple de escape o entre el conector y la ECU.
- Inyectores defectuosos.
- Un MAP defectuoso.
- Una mala señal de temperatura.
- Agua en el combustible y otros contaminantes.
- Baja presión de combustible.
- Fuga en el sistema de escape.
- Sistema de inyección de aire defectuoso.

2.2.3.2 Actuadores

2.2.3.2.1 Relé

Nombre: Relé (Relay)

Función: El relé es un elemento electromecánico que puede actuar como interruptor o conmutador, dependiendo del número de contactos, accionado por una corriente eléctrica, la función que cumple un relé es controlar grandes consumos eléctricos mediante una pequeña corriente de activación. Consta de un circuito de excitación, formado por la bobina unida a la armadura fija, y un circuito de trabajo, compuesto por la armadura móvil y el grupo de contactos.

Ubicación: Debajo del tablero de instrumentos.

Tipo: Electromecánico



Figura 2.86 Relé [7]

Diagrama eléctrico relé:

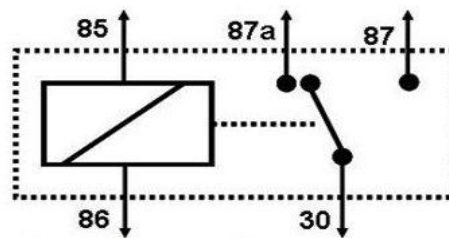


Figura 2.87 Numeración de pines de relé [6]

Síntomas de falla:

- Contactos internos pegados por exceso de calor.
- Bobinado dañado o recalentado.
- Contactos internos que realizan falsos contactos, por lo que no fluye la corriente.

Comprobaciones:

- Verificar por medio de un probador del luz con él un extremo a masa y el otro en el pin 87, que haya paso de corriente.
- Verificar la resistencia de bobinado entre (70 a 75) Ω .

2.2.3.2.2 Válvula IAC

Nombre: Válvula de control de aire en ralentí

Función: En este tipo de válvula se controla tanto el arranque en frío como la estabilidad del ralentí según la carga. La válvula es gobernada por un motor eléctrico, el cual recibe señales desde la ECU para posesionarse.

Ubicación: Esta montado directamente en el múltiple de admisión.

Tipo: Electroimán.

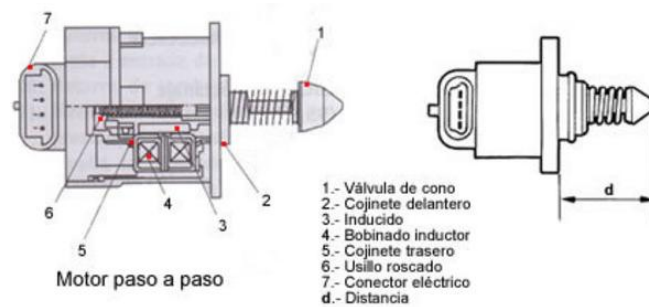


Figura 2.88 Válvula IAC [5]

Diagrama eléctrico IAC:

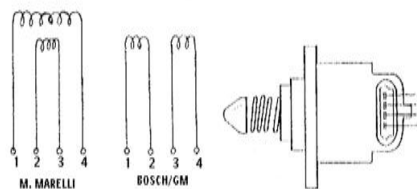


Figura 2.89 Pines válvula IAC [5]

2.2.3.2.3 Válvula EGR

Nombre: Válvula de recirculación de gases de escape.

Función: La recirculación de gases de escape tiene dos misiones fundamentales.

- La primera es reducir los gases contaminados procedentes de la combustión o explosión de la mezcla y que mediante el escape sale al exterior.
- La segunda misión de la recirculación de gases es bajar las temperaturas de la combustión o explosión dentro de los cilindros. La adición de gases de escape a

la mezcla de aire y combustible hace más fluida a esta por lo que se produce la combustión o explosión a temperaturas más bajas.

Ubicación: La válvula EGR está montada entre el colector de escape y en el múltiple de admisión. Cuando es sometida al vacío que le suministra la válvula de recirculación de gases se abre y permite al gas de escape pasar al colector de admisión.

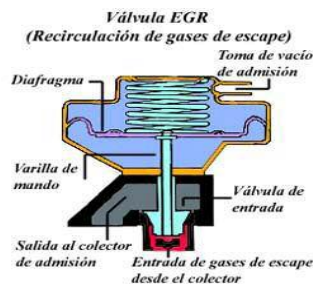


Figura 2.90 Válvula EGR [6]

Tipos:

Neumáticas: Las válvulas EGR neumáticas son accionadas por depresión o vacío.

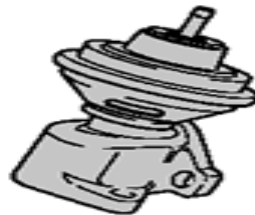


Figura 2.91 Válvula neumática EGR [6]

Eléctricas: Las válvula EGR eléctricas se caracterizan por no tener que utilizar una bomba de vacío para su funcionamiento por lo que trabajan de forma autónoma. Estas válvulas actúan de una forma muy similar al dispositivo "variador de avance de inyección" que utilizan las "bombas electrónicas" que alimentan a los motores de inyección directa diesel.

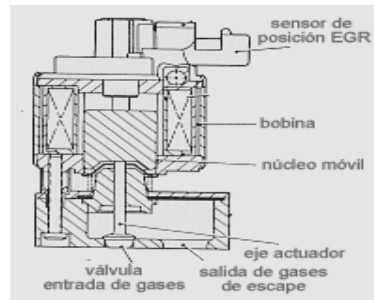


Figura 2.92 Válvula eléctrica EGR [6]

Esquema de un sistema EGR:

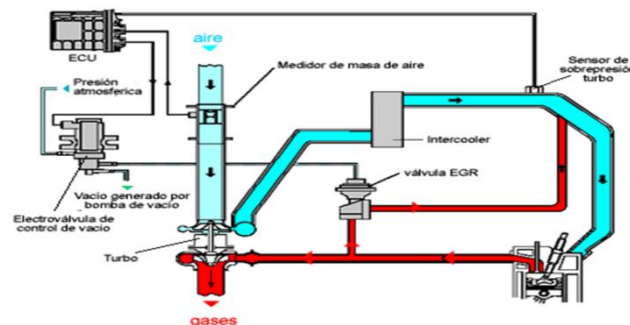


Figura 2.93 Sistema de recirculación de gases EGR [6]

Condiciones de funcionamiento de la válvula EGR:

La toma de vacío que tiene la válvula EGR basa su funcionamiento en este efecto, la succión de aire crea un vacío que actúa sobre el diafragma de la válvula comprimiendo el muelle resorte y levantando la válvula que permite el paso del gas de escape desde el colector de escape hacia el colector de admisión.

- **Funcionamiento de la EGR con el motor frío:** La válvula de aire adicional se mantiene cerrada y por tanto no hay recirculación de los gases de escape
- **Funcionamiento de la EGR con el motor caliente- ralentí:** La válvula de aire adicional se abre, pero la presión de los gases de escape que actúa en la cámara, no es suficiente para vencer la reacción de la presión atmosférica y por tanto permanece cerrada.
- **Funcionamiento de la EGR con el motor caliente - cargas parciales:** La válvula de aire adicional abierta, pero la presión de los gases de escape ya es suficiente para

estrangular la salida para la atmosfera. El resultado es que la baja presión en el colector actúa sobre la cámara de la válvula EGR, venciendo la carga del muelle y abriendo el pasaje para los gases de escape

- **Funcionamiento de la EGR con el motor caliente – carga plena:** Válvula de aire adicional abierta, presión positiva sobre la válvula moduladora válvula EGR conectada a la válvula de aire adicional, pero la presión en el colector de admisión no es suficiente para abrir la válvula EGR y por lo tanto no se procesa la recirculación de los gases de escape.

Síntomas de falla:

- Se apaga el motor en las mañanas.
- Ralentí inestable.
- El motor arranca pero no prende.
- Membrana de la válvula bloqueada puede estar abierta o cerrada.
- Juntas de la válvula que presentan fugas, están quemadas o han perdido sus propiedades.
- Conducto de paso de gases de escape hacia la admisión obstruido o presentan fugas.
- Convertidor de presión defectuoso.
- Conductos de aire de la electroválvula abierto u obstruido.

Comprobaciones:

- Hacer presión con ambas manos en el diafragma, si el motor se apaga quiere decir que está funcionando en perfectas condiciones.
- Verificar si existe vacío que active la válvula EGR esto se lo realiza con el motor caliente.

- Verificar en el scanner el código de falla.
- Verificar las conexiones del convertidor de presión

2.2.3.2.4 Inyectores

Nombre: Inyector de combustible (Fuel Injector).

Función: En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultará en la combustión.

Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando ECU.

Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión.

Por lo tanto, el ángulo de inyección de combustible difiere de motor a motor, como también la cantidad de orificios de la válvula.

Para cada tipo de motor existe un tipo de válvula de inyección.

Ubicación: Se hallan ubicados en el múltiple de admisión, entre el riel de inyectores y los orificios del múltiple.

Tipos:

- **Inyector tipo perno:** Este es el tipo más común de inyector. Una aguja afilada calza sobre su asiento. Cuando se energiza la bobina del inyector, se retira la aguja permitiendo que el combustible pulverice. Este diseño se ha probado por más de 30 años ya de uso.
- **Inyector tipo disco:** Éstos trabajan muy bien con un buen cono de pulverización pero son más propensos a que se tapen los agujeros por depósitos.

- **Inyector tipo bolilla:** Éstos utilizan una bolilla y un alojamiento hembra como válvula y pulverizador. Éstos tienen una atomización excelente y un cono de pulverización ancho pero son propensos a taparse con depósitos del barniz provenientes de la gasolina.

Clasificación por impedancia:

- Baja impedancia: $(1.7 - 3) \Omega$
- Alta impedancia: $(10 - 16) \Omega$

La ventaja primaria de los inyectores bajos en impedancia es un tiempo de accionamiento más corto.

Cuando inyectores de gran caudal se colocan en motores de gran cilindrada, usualmente se eligen inyectores de baja impedancia porque con ellos se consigue un mejor ralentí debido a su velocidad de respuesta.

La ventaja de los inyectores de impedancia alta es el hecho de que se genera menos calor en los transistores de potencia que los comandan y la no necesidad de utilizar ningún resistor externo para limitar la corriente que circula por ellos.

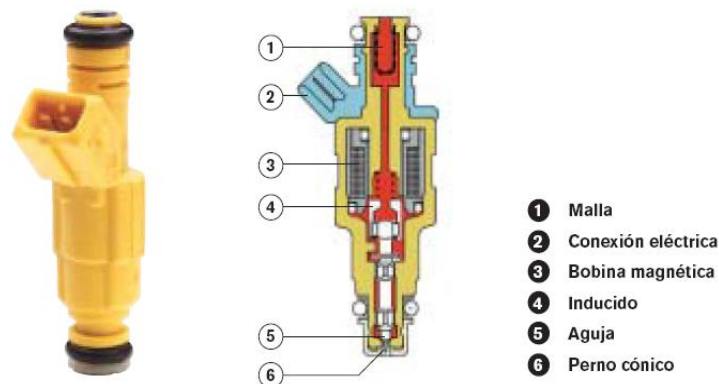
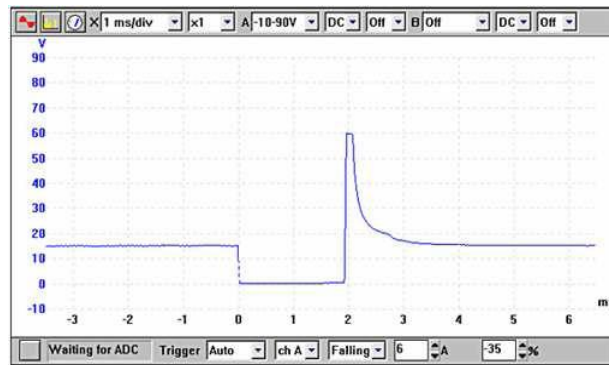


Figura 2.94 Inyector [7]

Forma de onda:**Figura 2.95** Forma de onda inyector [7]**Fallas:**

- Pulverización errónea por suciedad en la aguja inyectora.
- Taponamiento de micro filtros por suciedad del combustible.
- Angulo de pulverización erróneo.
- Bobinado eléctrico del inyector en corto o abierto.

Comprobaciones:

Montando los inyectores en una maquina comprobadora revisamos:

- El cono o ángulo de pulverización que este dentro de los parámetros, dependiendo del tipo de inyector.
- Que el caudal este dentro de los parámetros del fabricante del inyector que se está comprobando.
- Dependiendo de las características del inyector revisar que la resistencia entre sus terminales este dentro de los parámetros establecidos.

2.2.3.2.5 Bomba de combustible

Nombre: Bomba de combustible (fuel pump).

Función: Es la encargada de extraer e impulsar el combustible desde el tanque (depósito de combustible), y enviarlo al riel de inyectores.

Ubicación: Por lo general, está sumergida dentro del tanque, esto por razones de refrigeración de la misma, pero hay también sistemas que incorporan la bomba de combustible fuera del depósito de combustible.

Descripción: La bomba de combustible es de funcionamiento continuo para mantener la alimentación en el sistema a una presión estable, por lo tanto se trata de una bomba rotativa que ofrece presión de forma inmediata.

La alimentación de corriente hacia la bomba, proviene de un relé que es accionado por la ECU.

En algunos casos, internamente la bomba de combustible, suele incorporar el medidor de nivel de combustible, filtro de combustible, y en algunos casos el regulador de presión.



Figura 2.96 Bomba de combustible [6]

Esquema eléctrico de conexión de la bomba de combustible:

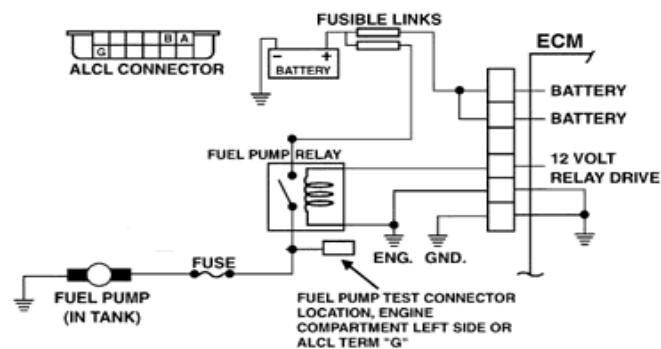


Figura 2.97 Diagrama eléctrico bomba de combustible [7]

Fallas:

- Baja presión en el sistema de alimentación de combustible.
- Arranque dificultoso del motor.
- Funcionamiento intermitente de la bomba de combustible.

Comprobaciones:

- Para comprobar el funcionamiento de la bomba, colocar la llave de encendido en la posición ON (sin encender el motor) y escuchar el zumbido de la bomba operando aproximadamente en un lapso de 2 segundos, luego se detendrá, ya que es el tiempo que se requiere para presurizar el sistema de combustible y dejarlo listo para operar.
- Si no se escucha el zumbido, con un milímetro verificar que esté llegando por lo menos 12 voltios al enchufe del cableado de alimentación eléctrica de la bomba.
- Si no hay lectura del voltaje que requiere la bomba, revisar el circuito hasta determinar dónde está la interrupción del flujo de corriente o si se debe a una alta resistencia por cables dañados, mal contacto o sulfatación de las conexiones.
- Si hay lectura del voltaje, medir con un ohmímetro la continuidad del motor eléctrico en los terminales de la bomba. Si la lectura de la resistencia es alta o infinita la bomba está dañada.
- Para verificar el correcto funcionamiento de la bomba, se procede a conectar un manómetro de presión de combustible en el circuito. Entonces se obtura la cañería de retorno, al instante la presión debe subir en el manómetro, caso contrario la bomba estaría dando anomalías de entrega de presión.

2.2.4 Estrategias de funcionamiento

- En un sistema de inyección electrónica de combustible, el resultado final de la gestión de la ECU es la determinación del tiempo e instante de la inyección, y el salto de la chispa de encendido.

2.2.4.1 Gestión de lazo o bucle abierto

- La ECU se encarga de regular el tiempo de inyección, y conceptualmente, esta regulación es de tipo de lazo abierto.
- La ECU procesa la información recibida de los diferentes sensores, que portan una información prácticamente completa del régimen del motor. La duración del tiempo base de inyección se realiza en una parte del circuito denominado multi-vibrador, donde se analiza la información del régimen y flujo de aire, sin tener en cuenta eventuales correcciones que se podrían realizar.
- Una etapa multiplicadora recoge informaciones concernientes a los estados de funcionamiento del motor (arranque en frío, plena carga, etc.), el tratamiento de esta información es el que da un tiempo de corrección. La variación de tensión de la batería puede afectar el tiempo de apertura de los inyectores, de ser necesaria alguna compensación, se la hace en la etapa multiplicadora. Como conclusión: el tiempo de inyección resultante que envía la ECU a los inyectores, será la suma de los tiempos anteriormente indicados, esto significa que la unidad de control ECU, “diferencia” el tiempo e impone la señal de inyección según ha sido programada en fábrica, pero no recibe ninguna información de la dosificación que realmente se está realizando.

2.2.4.2 Gestión de lazo o bucle cerrado

- Las normas anticontaminantes, existentes en la actualidad, obligan al empleo de catalizadores, los cuales ofrecen una eficacia directamente condicionada a la relación aire-combustible, que es la que se establece en la mezcla al ser introducida en el cilindro.
- La sensibilidad a este parámetro es elevada, de modo que se introduce una sonda lambda para monitorear los gases de escape, está informa a la ECU, si la mezcla es rica o pobre, esto permite modificar la inyección realizada por la ECU para el aporte de combustible a las condiciones de una adecuada eficacia del catalizador.
- Luego de la regulación de la relación aire-combustible, está el hecho de incorporar la regulación y control del sistema de encendido de la ECU, de esta forma la ECU controla conjuntamente el momento de encendido y el tiempo de la inyección (con su avance controlado electrónicamente).

2.2.5 Instrumentos de medición y comprobación para sistemas de inyección electrónica

2.2.5.1 Multímetro automotriz

El Multímetro es la herramienta perfecta para diagnosticar todo tipo de problemas eléctricos automotrices.



Figura 2.98 Multímetro [6]

Básicamente un Multímetro es utilizado para medir:

- Resistencia eléctrica (ohm).
- Tensión eléctrica (volts).
- Intensidad eléctrica (amperios).

Un Multímetro automotriz cumple con las funciones de un Multímetro común, más otras funciones:

- Medición de la rotación del motor (rpm).
- Medición del tiempo de inyección (ms).
- Medición del ciclo de trabajo (% duty).
- Medición de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$ o $^{\circ}\text{F}$).
- Medición del ángulo de permanencia (DWELL).

2.2.5.1.1 Medición de la resistencia eléctrica

A través de la medición de la resistencia eléctrica se puede:

- Verificar la continuidad de dos alambres conductores en un circuito eléctrico.
- Verificar todos los componentes que sean constituidos por bobinas (sensor de rotación, inyectores), resistencias (sonda Lambda), potenciómetros (sensor de posición de la mariposa) o termistores (sensor de temperatura del agua).

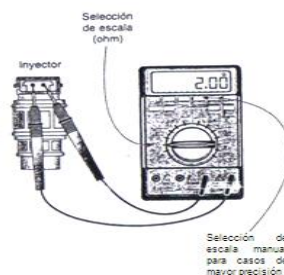


Figura 2.99 Medición de la resistencia eléctrica [3]

2.2.5.1.2 Medición audible de continuidad

Para verificar la continuidad de conductores cuya resistencia sea menor de 40 ohm.

2.2.5.1.3 Medición de tensión eléctrica

A través de la medición de la tensión, podemos verificar diversos componentes de un circuito (midiendo las tensiones de entrada y salida del mismo).

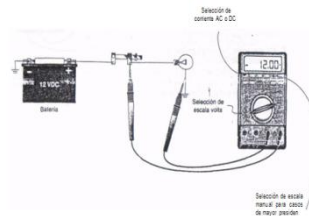


Figura 2.100 Medición de tensión eléctrica [3]

2.2.5.1.4 Utilización de la función MIN/MAX

La función MIN/MAX sirve para identificar los puntos de mínimo o máximo en la variación de una señal. Esta función tiene una gran aplicación para verificar el sensor de Oxígeno (sonda Lambda) en los sistemas de inyección electrónica.

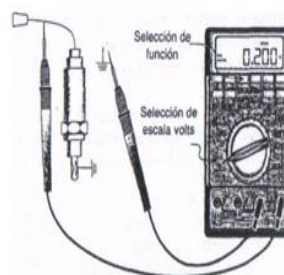


Figura 2.101 Función MIN/MAX [3]

2.2.5.1.5 Medición de la intensidad de corriente (amperaje)

Con la medición de la intensidad de corriente se verifica la integridad del circuito eléctrico de la bomba de combustible.

Es recomendable no exceder de 30 segundos en la medición cuando la corriente continúa está entre 10 y 20 amperios.

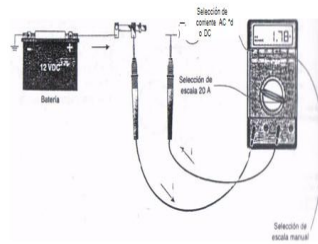


Figura 2.102 Medición de la intensidad de corriente [3]

2.2.5.1.6 Medición de rotación (rpm)

Esta función del Multímetro automotriz, indica las rpm a las que se encuentra funcionando el motor.

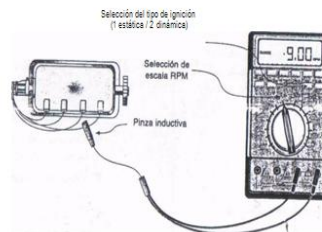


Figura 2.103 Medición de la rotación (rpm) [3]

2.2.5.1.7 Medición de frecuencia (Hz)

Por medio de la medición de frecuencia se puede verificar el sensor de rotación, el sensor de presión absoluta MAP o el sensor de detonación.

2.2.5.1.8 Medición de temperatura

A través de la medición de temperatura se puede verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento o verificar los sensores de temperatura.

2.2.5.1.9 Medición del ángulo de permanencia (DWELL)

La medición del ángulo de permanencia DWELL da el tiempo de energización del enrollamiento primario de una bobina. Es bastante utilizada para medir de la abertura de los platinos; para ello se deben conocer las especificaciones del ángulo de permanencia de cada vehículo.

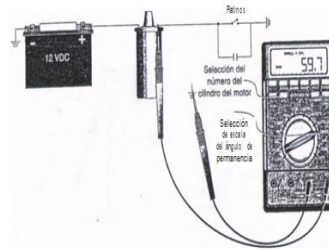


Figura 2.104 Medición del ángulo de permanencia (DWEELL) [3]

2.2.5.1.10 Medición del ciclo de trabajo (%DUTY)

La medición del %DUTY en la inyección electrónica sirve para verificar la señal que envía la ECU al actuador de marcha lenta (válvula solenoide).

Para ello, se selecciona la escala %DUTY y se presiona el botón \pm Trigger para seleccionar el disparo que va a medir (+ o -). Un disparo positivo mide el tiempo que el solenoide está abierto (energizado) y uno negativo, el tiempo que está cerrado (des energizado).

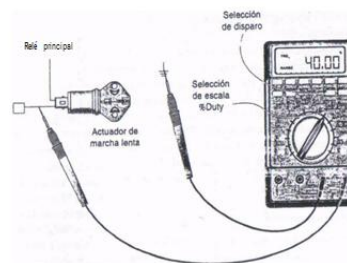


Figura 2.105 Medición del ciclo de trabajo (%DUTY) [3]

2.2.5.1.11 Medición del tiempo de inyección (ms PULSE)

Esta información es necesaria para el análisis del comportamiento del sistema de inyección. El tiempo de inyección de combustible es simplemente el tiempo de inyección o el tiempo en milisegundos en el cual permanece abierto el inyector. La apertura del inyector es comandada por la unidad de control electrónico (ECU).

2.2.5.2 Analizador de polaridad

Un analizador de polaridad es un equipo de extrema utilidad (trabaja con tensión de la batería) para el diagnóstico de fallas en los circuitos de inyección electrónica y frenos ABS.



Figura 2.106 Analizador de polaridad [6]

Con él se puede verificar:

- Alimentación eléctrica de la ECU.
- Funcionamiento de los sensores tipo Hall (sensor de rotación, sensor de velocidad).
- Alimentación positiva de diversos elementos como sensores y actuadores.
- Casi todos los componentes que son alimentados con la tensión de la batería.

2.2.5.3 Osciloscopio

El osciloscopio automotriz, es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo, con este instrumento se puede interpretar gráficamente lo que sucede con un componente electrónico del automóvil.

A diferencia de los osciloscopios analógicos utilizados para realizar pruebas de alta tensión del encendido, los osciloscopios digitales modernos incluyen una escala de tensión variable que permite visualizar tensiones bajas (normalmente de 0-5 V o de 0-12 V), así como una escala de tiempo graduable que permite mostrar cualquier forma de onda de manera óptima.

En la pantalla del osciloscopio se visualizan la amplitud, frecuencia, anchura de los impulsos, forma y patrón de la señal recibida mediante un gráfico de tensión (vertical) y de tiempo (horizontal).



Figura 2.107 Osciloscopio [6]

2.2.5.4 Scanner



Figura 2.108 Scanner [6]

2.2.5.4.1 ¿Qué es el OBD-II?

OBD-II viene de “On-Board Diagnostics II generation” o “Segunda Generación de Diagnósticos a Bordo”, es un sistema basado en la informática que se incorpora en todos los vehículos menores y camiones del año 96 en adelante en USA. EL OBD-II monitorea algunos de los componentes más importantes de los motores, incluyendo controles de emisión individuales. El sistema alerta tempranamente al conductor con una luz en el tablero, conocida como “Check Engine” o también “MIL” proveniente de Malfunction Indicator Light.

De esta manera, este sistema protege al usuario así como al dueño, avisando desde que la falla es leve, y los costos de reparación son más bajos.

2.2.5.4.2 EOBD - European On-Board Diagnostic

EOBD es un estándar publicado por la Comunidad Europea. El beneficio de este estándar es dar a las autoridades una herramienta para controlar las emisiones de gases de los vehí-

culos. El estándar EOBD ha sido implementado en los vehículos con motores a gasolina en la Comunidad Europea desde enero de 2001.

Si el vehículo es compatible con EOBD se tiene la posibilidad de leer la información guardada en la ECU del Automóvil, incluyendo:

- Leer códigos de error
- Borrar códigos de error
- Leer datos FreezeFrame
- Obtener información en tiempo real (Tanto números como gráficos)
- Obtener los resultados del monitoreo de los sensores de oxígeno
- Obtener el resultado para test de preparación

Para leer esta información guardada en la ECU, se requiere de un interface, este lo constituye el scanner automotriz, y su instalación al conector OBDII, que incorpora el vehículo. Una vez que el código de falla o código de diagnóstico (DTC) es creado existe una anatomía para este código, esto está descrito por la norma SAE.

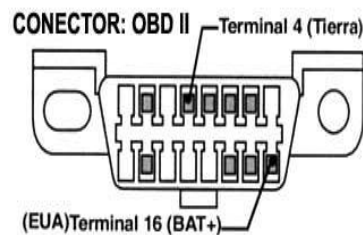


Figura 2.109 Conector OBDII [7]

2.2.5.4.3 Anatomía de los DTC (Diagnostic Trouble CODES)

Los códigos de falla OBD II son del tipo alfanumérico, y cada uno de los dígitos presentan una ruta específica del diagnóstico, lo primero que se tiene es una letra, esta puede tener varias posibilidades de acuerdo al lugar del vehículo en el cual se desarrolle el código.

- **P = POWERTRAIN** Comprende los códigos relacionado con el motor y la transmisión automática)
- **B = BODY** Comprende los sistemas que conforman la parte de carrocería y confort, también algunos sistemas relacionados con el inmovilizador)
- **C = CHASIS** Comprende los sistemas relacionado con el chasis como pueden ser algunos sistemas ABS – AIRBAG y sistemas de diferencial que no estén relacionados con la gestión de la transmisión automática.
- **U = NETWORK** Comprende los problemas relacionados con la transmisión de datos de un modulo a otro, las redes de comunicación se pueden averiar y dejar sistemas completos por fuera del sistema. En ese caso cualquiera de los módulos restantes pueden generar un código relacionado con ese sistema.

Luego el segundo valor es un número que indica si el código es completamente genérico, o está dentro de OBD II pero es algo particular que el fabricante ha dispuesto para ese problema, aunque se generen también al mismo tiempo códigos completamente universales.

- Si es 0 será un código completamente universal denominado SAE.
- Si es 1, 2 o 3 será un código del fabricante aunque sigue siendo OBD II o CAN.

El Tercer dígito indica en el caso del motor, el sub-sistema sobre el cual está montada la falla es así como tendremos una ubicación precisa del problema analizando este dígito.

- Si es 1 un problema ocasionado por un problema con un sensor que afecte la relación aire-combustible o cualquier problema que afecte el buen funcionamiento de esta.

- Si es 2 está relacionado con algún problema relacionado con el sistema de alimentación (Bomba de combustible, inyectores, relé de bomba, sensores de presión del riel)
- Si es 3 está relacionado con algún problema en el sistema de encendido este puede estar compuesta por elementos como (Bobinas, CKP, CMP, sensores de detonación y códigos de fuego perdido)
- Si es 4 está relacionado con el desempeño de un sistema anticontaminación como puede ser (EGR, EVAP, catalizador, aire secundario, O2).
- Si es 5 está relacionado con un problema de la marcha mínima esto comprende (Válvulas IAC – ISC o todo sistema motorizado que controle la marcha mínima).
- Si es 6 está relacionado con un problema de la ECU, esto puede ser referente a sus circuitos de procesamiento como memoria y procesador o a referente a masas y positivos fuera de especificaciones.
- Si es 7 u 8 está relacionado con transmisión automática o sistemas controladores de tracción en las 4 ruedas.

2.2.5.4.4 Scanner para OBD II

El documento J1978 de la SAE describe los mínimos requerimientos para un scanner de OBD II. Este documento abarca desde las capacidades necesarias hasta el criterio al que debe someterse todo scanner para OBD II.

Los fabricantes de herramientas pueden agregar habilidades adicionales pero a discreción.

Los requerimientos básicos para un OBD II Scan Tool son:

- Determinación automática de la interface de comunicación usada.

- Determinación automática y exhibición de la disponibilidad de información sobre inspección y mantenimiento.
- Exhibición de códigos de diagnóstico relacionados con la emisión, datos en curso, congelado de datos e información del sensor de oxígeno.
- Borrado de los DTC, del congelado de datos y del estado de las pruebas de diagnóstico.

2.2.6 Diagnóstico de fallas

- Un diagnóstico de inyección electrónica se realiza cuando el vehículo funciona de forma irregular como por ejemplo: pérdida de potencia, aumento de consumo de combustible, funcionamiento irregular del motor, etc. Este diagnóstico se debe realizar utilizando equipos de diagnóstico automotriz.
- Los equipos necesarios para realizar un diagnóstico acertado son: Multímetro, osciloscopio y scanner automotriz.
- Por lo general los problemas de los vehículos es pérdida de potencia del motor, el cual se compone de varios sistemas, como el de refrigeración, lubricación, encendido, e inyección.
- El mal funcionamiento del motor de un vehículo puede ser responsable por algunos de estos sistemas que presentan alguna falla como por ejemplo si aumenta la temperatura de un motor puede ser debido a un termostato que se encuentra cerrado del sistema de refrigeración, este diagnóstico es fácil de identificar, no sucede lo mismo con el sistema de inyección del vehículo, para estos vehículos es necesario utilizar un scanner automotriz para leer los códigos de fallas almacenado en la ECU. Un código puede dar como resultado de la falla del sensor de oxígeno del sistema de inyección pero esto no representa que se deba cambiar el

sensor si no lo que corresponde es comprobar el mal funcionamiento del sensor con un osciloscopio automotriz. Que sucede si se cambia dicho sensor pero la falla en realidad era un cable cortado de comunicación de la ECU con el sensor, el vehículo continuara con su mal funcionamiento.

- Es importante que el técnico mantenga por lo menos estos elementos en su taller para poder realizar un diagnóstico rápido, efectivo, y no provocar otras fallas en los vehículos.

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y MONTAJE DEL MOTOR Y SUS RESPECTIVOS

ELEMENTOS

3.1 Diseño de la estructura del bastidor

Para el diseño del bastidor sobre el que se montará el motor, se estableció como parámetros fundamentales brindar la seguridad y comodidad durante las prácticas de los estudiantes, para ello se requiere de una estructura capaz de soportar las cargas a las que se estará expuesta, en consecuencia, se estableció las medidas del bastidor, tomando en cuenta las dimensiones y peso del motor, así también la altura promedio de un estudiante en nuestro medio, que es 1.65 m.

El bastidor, está compuesto por dos partes, la una es la estructura soportante, que es sobre la cual se apoyarán las bases del motor, y en la que concentramos el cálculo estructural realizado.

La otra parte del bastidor es la formada por los elementos que sirven para la colocación de los distintos componentes necesarios para el funcionamiento de un motor como son: radiador, batería, tanque de combustible, y el panel de instrumentos.

3.1.1 Dibujo de la estructura

Se realizó el dibujo de la estructura soportante, en el programa SOLID WORKS 2010, siendo sus dimensiones las que se muestran en la siguiente figura.

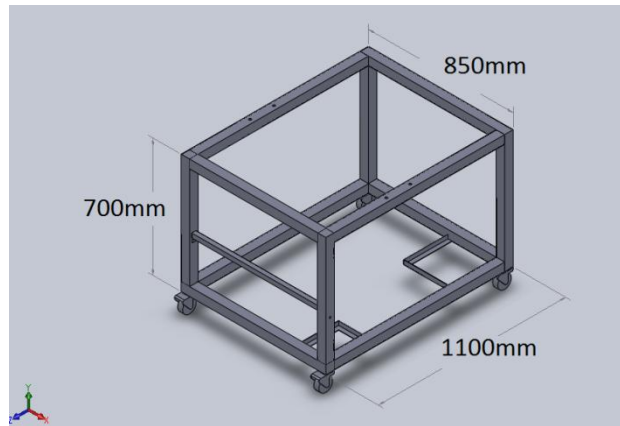


Figura 3.1 Estructura soportante

3.1.2 Cálculo estructural

Se realizó el cálculo estructural, con el objetivo de determinar si el diseño de la estructura soportante del bastidor, será el adecuado para soportar el peso del motor, y de los distintos componentes, de igual forma para determinar si el material con el que será construido, es el idóneo.

Se calculó las fuerzas que actuarán sobre la estructura, este cálculo se lo hizo en base al peso del motor, el mismo que se consiguió experimentalmente y corresponde a 147 kg.

$$W_{\text{motor}} = m_{\text{motor}} * g \quad (3.1)$$

Donde:

- W_{motor} = Peso del motor
- m_{motor} = Masa del motor
- g = gravedad

Se reemplaza los valores ya conocidos en la ecuación 3.1, y se tiene que:

- $W_{\text{motor}} = m_{\text{motor}} * g$

- $W_{\text{motor}} = 147 \text{ kg} * 9.8 \text{ m.s}^{-2}$
- $W_{\text{motor}} = 1\,440.6 \text{ N}$

Este valor es la carga que soportará la estructura, pero considerando que son dos las bases sobre las cuales se apoyará el motor, se divide para dos este valor, dando como resultado 720.3 N.

$$F1 = F2 = 720.3 \text{ N}$$

Una vez conocidas las cargas que requiere soportar la estructura, se ha procedido a ejecutar el cálculo con la asistencia del programa SAP2000 v14 que ofrece la posibilidad de determinar si el diseño, material y perfil estructural escogidos cumple con los requerimientos necesarios.

El material con el que se plantea construir la estructura soportante del bastidor, es acero ASTM A-500 (F_y : 2 741.97 kg/cm², F_u : 3 163. Kg/cm²), que en el área automotriz es generalmente empleado para construir engranajes, ejes, palancas, chasis de automóviles, etc.

Se empleó un tubo cuadrado de acero estructural, cuyas especificaciones son las siguientes:

TABLA III ESPECIFICACIONES TUBO CUADRADO ESTRUCTURAL

B (mm)	Espesor (mm)	Área (cm ²)	I (cm ⁴)	W (cm ³)	i (cm)
50	2.0	3.74	14.13	5.65	1.94

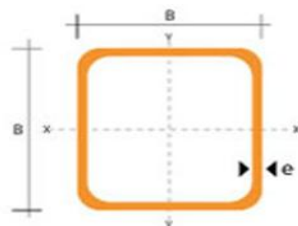


Figura 3.2 Medidas tubo cuadrado

En el programa se introduce el diseño con sus respectivas dimensiones, y se ubica las cargas que actuarán sobre la estructura con sus respectivos apoyos, además de ello se establece el tipo de acero utilizado, así como su sección.

Se ha considerado que el peso del motor actuará como una “carga muerta” descartando así el torque generado por el mismo, debido a que este no impulsara ningún mecanismo.

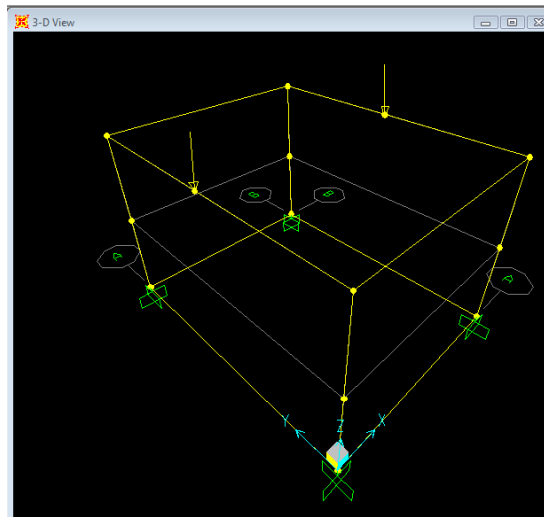


Figura 3.3 Vista en 3D del diseño ingresado en el software

Analizados los resultados de las razones de esfuerzos, que se muestra en la Figura 3.4, se concluye que la estructura si estará en capacidad de soportar las cargas que estarán actuando sobre ella, ya que las razones de esfuerzo para todos los elementos son menores a 1 de acuerdo al código aplicado (AISC/ASD 2001); por ende, se puede empezar con la construcción del bastidor.

Para la construcción del bastidor, fueron empleados los siguientes materiales:

TABLA IV MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR

ELEMENTO:	CANTIDAD:	MATERIAL/MODELO
Tubo estructural cuadrado	950mm	Acero/(50x50x2)mm
Ruedas industriales	4	Goma acero/(80)mm
Angulo "L"	200 mm	Acero/(25x25x2)mm
Bases de motor	2 unidades	Acero/goma
Templador	1 unidad	Acero/goma
Tuercas	4	Acero/(11.11)mm
Pernos	4	Acero/(11.11x76.19)mm
Tuercas	2	Acero/(7.94)mm
Pernos	2	Acero/(7.94x76.19)mm

3.1.3.1 Procedimiento de construcción

Lo primero que se construyó fue la estructura soportante, esto con el aval brindado por el cálculo y diseño estructural previamente realizado.

La estructura soportante está constituida por tubo estructural cuadrado de acero ASTM A-500 (50X50X2) mm, la unión se la realizó con suelda eléctrica, con electrodos 60-11.



Figura 3.5 Construcción de la estructura soportante

A esta estructura le colocamos ruedas industriales en 4 puntos, para facilitar el traslado del banco didáctico, estas ruedas son adecuadas para soportar la carga necesaria, además tienen un sistema para restringir su giro, y así brindar seguridad durante la realización de prácticas por los estudiantes.



Figura 3.6 Ruedas industriales

Una vez construida la estructura soportante, procedimos a colocar las bases de motor, sobre las cuales este se apoyará, estas bases son de goma, para evitar la directa transmisión de la vibración del motor hacia el bastidor.

Se colocó 2 bases, teniendo en cuenta que el motor lo ubicamos de forma transversal en relación al bastidor, estas bases, son de las mismas características con las que el motor estaba montado en el vehículo, del cual fue extraído, esto se lo hizo tomando en cuenta que el motor funcionara en condiciones reales, es por ello que se colocó también un templador, que fue colocado para restringir el giro del motor, sobre todo durante la puesta en marcha, este templador está constituido por bujes de goma, por razones descritas ya anteriormente, este elemento no soporta directamente la carga del motor, es por ello que no se lo tomó en cuenta en la etapa de diseño de la estructura soportante, este templador de igual manera es de similares características al que usaba el motor al estar montado en el vehículo.

Las bases de motor están unidas a la estructura mediante pernos y tuercas de acero de medida: (11.11x76.19) mm



Figura 3.7 Bases de goma del motor

Luego de ello, se colocó las bases para los distintos componentes necesarios para el funcionamiento del motor:

- Radiador
- Batería
- Tanque de combustible

El material con el que se construyó estas bases, fue un ángulo de acero “L” de (25x25x2) mm, la base para el radiador está unida al bastidor por medio de pernos y tuercas, mientras que las bases para la batería y el tanque de combustible fueron soldadas a la estructura.



Figura 3.8 Bases soportantes

3.2 Montaje del motor sobre el bastidor

Una vez construido el bastidor, se procedió a montar el motor sobre las bases ya anteriormente colocadas, verificando con un nivel, su posición tanto horizontal como vertical en relación al bastidor, el objetivo de esto es mantener la disposición original del motor, considerando que este trabajará en condiciones reales, y por ende, ningún sistema del mismo debe ser forzado en cuanto a su funcionamiento.



Figura 3.9 Montaje del motor sobre la estructura

3.2.1 Montaje del motor y sus accesorios: radiador, batería, sistema de admisión y de escape

Antes de la colocación de los componentes necesarios para el funcionamiento del motor, establecimos los parámetros requeridos para ello, sabiendo que este motor es parte de un banco didáctico, destinado a la realización de prácticas por los estudiantes. Es así que cada componente se colocó en base a los siguientes puntos:

- **Seguridad:** Para que al momento del uso del banco didáctico, los estudiantes puedan operar el motor, sin poner en riesgo su integridad.
- **Eficiencia:** Esto para que las prácticas puedan realizarse de tal forma que se aproveche al máximo el hecho de tener el motor de un vehículo funcionando en condiciones reales, dentro del laboratorio, es por esto que cada elemento ha sido colocado para brindar una accesibilidad adecuada, sin dejar de lado las normas básicas requeridas para su funcionamiento.

3.2.1.1 Radiador y depósito de expansión de refrigerante

El radiador se lo colocó en la parte frontal del bastidor, es decir de manera similar a la que se ubica generalmente en los vehículos, en el caso de nuestro proyecto, el radiador y electro-ventilador forman un solo conjunto, y se lo montó mediante 4 apoyos, 2 de ellos coloca-

dos sobre el ángulo “L” de acero, y los otros 2 apoyos, se los ubicó en parte de la estructura soportante del motor.



Figura 3.10 Montaje del radiador

Para la colocación del depósito de expansión de refrigerante, se planteó como finalidad, mantener las características iniciales determinadas por el fabricante, es decir, su colocación fue similar a la que se tenía cuando el motor aún se hallaba montado en el vehículo, es así que no se ha modificado ni la forma ni la característica de las mangueras, sabiendo de lo importante que es el sistema de refrigeración, para la operación del mismo.



Figura 3.11 Montaje del depósito de expansión de refrigerante

3.2.1.2 Batería

La batería se ubicó en la parte inferior del bastidor, sobre la base constituida por ángulo “L” de acero, una de las razones fundamentales es mantenerla alejada de temperaturas elevadas, otro de los motivos de esa ubicación, fue el hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida. La batería está sujeta a su base,

de la misma manera que se lo hace en los vehículos, así se garantiza que la misma no estará expuesta a vibraciones, que podrían causar su deterioro.



Figura 3.12 Montaje de la batería

3.2.1.3 Sistema de admisión

Para instalar un sistema de admisión en el motor de nuestro proyecto, se ha considerado las condiciones en las que este funcionará, que cabe destacar, no serán adversas ambientalmente hablando, debido a que como se conoce, este trabajará dentro del laboratorio de motores.

Con este precedente, y sumándole el hecho de optimizar el espacio en el banco didáctico, se decidió colocar un filtro de alta turbulencia, de características compatibles con las especificaciones técnicas del motor, al colocar este elemento se suprime el uso del filtro y la caja de admisión originales, adicionalmente cabe destacar que estos elementos aumentan el caudal de aire al motor, es así que la baja restricción de paso de aire hacia el interior del mismo mejora considerablemente su respuesta, incrementa la potencia, además de tener una vida útil extensa, debido a que son lavables.



Figura 3.13 Filtro de alta turbulencia

3.2.1.4 Sistema de escape

El sistema de escape original del motor utilizado en este proyecto, fue modificado, para lograr las dimensiones adecuadas, pero siempre manteniendo a todos sus elementos, como son el múltiple, pre-silenciador, y silenciador principal.



Figura 3.14 Tubo de escape

Para la colocación del sistema de escape, se tuvo especial cuidado para que la elevada temperatura de este, no averíe el resto de componentes, especialmente los constituidos por polímeros, es por ello que se optó por la colocación de un protector aislante de calor, en el recorrido del tubo de escape.

Otro factor importante que se tomó en cuenta es la ubicación de este sistema; lo más alejado posible del tanque de combustible.

Finalmente se colocó una cañería, encargada de transportar los gases producto de la combustión en el motor, fuera del laboratorio, pues como se sabe la inhalación de estos gases en un lugar cerrado, es altamente tóxico para el ser humano.

3.2.1.5 Tanque de combustible

Lo primero fue construir un tanque de combustible adecuado para el correcto funcionamiento del motor, para optimizar los recursos, se reutilizó un tanque de presión usado en las bombas de presión para agua, este tanque fue adecuado para que sus dimensiones sean las adecuadas para su colocación, y a la vez, se pueda colocar la bomba de combustible dentro del mismo.



Figura 3.15 Construcción del tanque de combustible

Además de esto se le dio un tratamiento a la parte interna del tanque, para eliminar posibles partículas extrañas que afecten posteriormente al funcionamiento del motor, luego se colocó el tanque sobre su base de acero, adicionalmente se soldó 2 bases para poder unirlo mediante pernos a la estructura.



Figura 3.16 Montaje del tanque en la estructura

Posteriormente se colocó junto al tanque de combustible, un tubo transparente, este tubo está conectado al tanque mediante 2 orificios, basados en el principio de tubos comunicantes, es decir el nivel de combustible existente en el tanque, se verá reflejado en el tubo transparente, el mismo que consta de una graduación adecuada, para poder realizar las prácticas de consumo específico de combustible del motor.



Figura 3.17 Visor de nivel de combustible

3.3 Instalación del panel de instrumentos

Se colocó un panel de instrumentos que es necesario para la realización de las prácticas en nuestro banco didáctico, y que es el encargado de informar al operario, ciertas condiciones específicas relacionadas con las condiciones de funcionamiento del motor, como el nivel de combustible, RPM del motor, temperatura, presión de aceite, luces testigo, indicador de la carga de la batería.

Se instaló un tablero plástico colocado sobre la estructura soportante del motor, para ello se colocó, una base hecha de platina de acero, este tablero plástico pertenecía de igual manera a un vehículo siniestrado, la razón de su colocación fue que sus dimensiones son adecuadas para cubrir las necesidades establecidas.



Figura 3.18 Colocación del tablero plástico

A este tablero plástico colocado, se lo acondicionó, de tal forma que nos permitió instalar varios elementos requeridos para el funcionamiento del motor, así como para la realización de prácticas, estos son los siguientes:

3.3.1 Panel de instrumentos original y luces testigo

Se utilizó el panel de instrumentos original del vehículo al cual pertenecía el motor, que es el correspondiente a un Chevrolet Spark 1.0 Activo, este incorpora instrumentos para la medición de distintos parámetros, pero solo son dos los que serán de utilidad para un motor que estará funcionando en las condiciones que lo hará en nuestro banco didáctico, estos son:

- Tacómetro (Medición de RPM)
- Indicador del nivel de combustible



Figura 3.19 Panel de instrumentos original

En cuanto al medidor de combustible, hay que indicar que se realizó las adaptaciones y cambios necesarios, con la finalidad de que el nivel de gasolina existente en el tanque, sea el

mismo que se indica en el panel de instrumentos, así el estudiante que realiza las practicas, podrá saber cuándo adicionar combustible en el tanque, pues como sabemos, no es recomendable que la bomba eléctrica de combustible trabaje en condiciones adversas, ya que esta deberá siempre estar sumergida.

Se ubicó el conjunto de luces testigo, a continuación se enlista las luces testigo requeridas para las condiciones en las que trabajará el motor.

- Luz Mil (Check Engine)
- Testigo de advertencia de bajo nivel de combustible
- Luz testigo de aviso de recalentamiento del motor
- Testigo de nivel de aceite
- Indicador de carga de la batería



Figura 3.20 Disposición de los elementos del tablero de instrumentos

3.3.2 Acelerador

El mecanismo para poder controlar las RPM del motor se lo instaló haciendo uso de un cable, el mismo que se acciona mediante un mecanismo de palanca que se ubicó en el tablero.



Figura 3.21 Acelerador

3.3.3 Switch de encendido

El mismo que es necesario para abrir el paso de corriente que permita accionar los elementos requeridos para arrancar el motor, este switch es el original correspondiente al motor, su accionamiento es mediante llave, se lo ubicó a un costado del tablero.



Figura 3.22 Switch de encendido

3.3.4 Conector de diagnóstico OBDII

Se lo instaló en la parte izquierda del tablero, este elemento, permite la conexión entre la ECU, y el scanner.



Figura 3.23 Conector de diagnóstico OBDII

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DIGITAL PARA CREACIÓN DE AVERÍAS DEL MOTOR

4.1 Instalación de la ECU

La instalación del modulo de control ECU se realizó en un lugar adecuado para su correcto funcionamiento es decir apartado de una fuente de calor, cubierta para posibles derrames de líquido sobre ella y en un lugar de fácil accesibilidad para la realización de cualquier práctica, está ubicada sobre el tablero de madera que es base del panel de instrumentos.



Figura 4.1 Módulo de control (ECU)

4.1.1 Conector

El módulo de control ECU (Sirius D4) dispone de un solo conector.

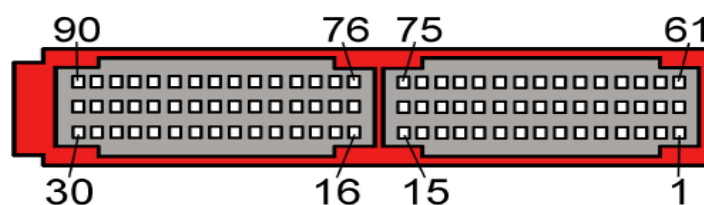


Figura 4.2 Conector ECU [8]

4.1.2 Cableado

- Todos los cables tienen un aislamiento codificado por color.
- Los cables del cableado principal del sistema tienen un único color.

- Los cables de los sub-circuitos del sistema tendrán rayas de color.
- Los cables marcados con rayas utilizan el siguiente código para indicar el tamaño y los colores del cable por ejemplo:

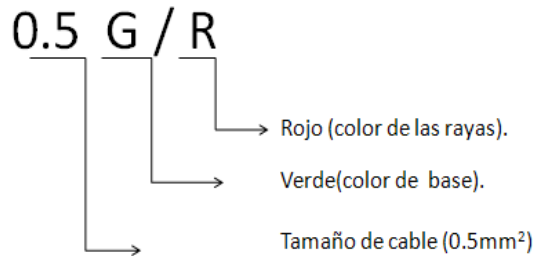


Figura 4.3 Nomenclatura de los cables [8]

4.1.3 Código de colores de los cables

TABLA V CÓDIGO DE COLORES DE LOS CABLES [8]

Abreviatura	Color	Abreviatura	Color
Br	Marrón	Sb	Celeste
G	Verde	R	Rojo
V	Violeta	L	Azul
P	Rosa	Y	Amarillo
W	Blanco	Gr	Gris
Or	Naranja	B	Negro
Lg	Verde claro	BW	Blindado

4.2 Conexión de sensores y actuadores

4.2.1 Sensores

4.2.1.1 Sensor IAT

Nombre: Sensor de temperatura del aire de admisión

Ubicación: Este sensor se encuentra en el ducto de plástico del múltiple de admisión de aire.



Figura 4.4 Sensor IAT

Conector

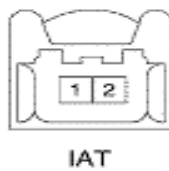


Figura 4.5 Conector sensor IAT [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor IAT y la ECU.

TABLA VI CONEXIÓN SENSOR IAT A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	Br/G	78	Señal del sensor
2	Or/B	13	Masa del sensor

Diagrama eléctrico

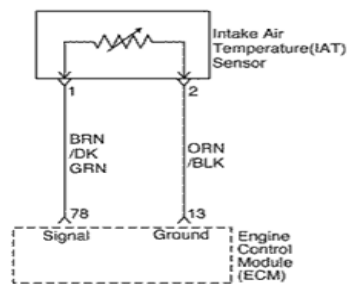


Figura 4.6 Diagrama eléctrico sensor IAT [8]

4.2.1.2 Sensor ECT

Nombre: Sensor de temperatura del líquido refrigerante.

Ubicación: Este sensor se encuentra localizado cercano al termostato del motor en contacto directo con el líquido refrigerante del motor.



Figura 4.7 Sensor ECT

Conector

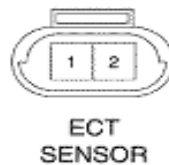


Figura 4.8 Conector sensor ECT [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor ECT y la ECU.

TABLA VII CONEXIÓN SENSOR ECT A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	Y	76	Señal del sensor
2	B	19	Masa del sensor

Diagrama eléctrico

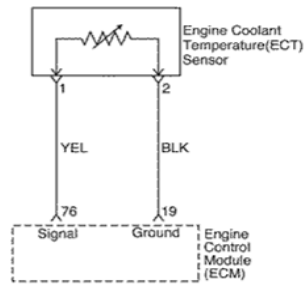


Figura 4.9 Diagrama eléctrico sensor ECT [8]

4.2.1.3 Sensor MAP

Nombre: Sensor de presión absoluta en el múltiple.

Ubicación: Este sensor se encuentra instalado en el colector de admisión.



Figura 4.10 Sensor MAP

Conector

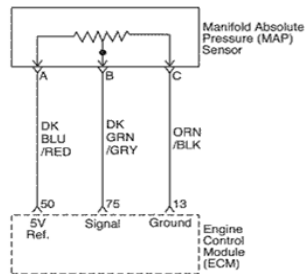


Figura 4.11 Conector sensor MAP [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor MAP y la ECU.

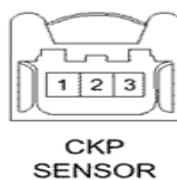
TABLA VIII CONEXIÓN SENSOR MAP A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
A	L/R	50	Voltaje referencia (5V)
B	G/GR	75	Señal del sensor
C	Or/B	13	Masa del sensor

Diagrama eléctrico**Figura 4.12** Diagrama eléctrico sensor MAP [8]**4.2.1.4 Sensor CKP**

Nombre: Sensor de la posición del cigüeñal.

Ubicación: Este sensor se encuentra instalado en la campana del embrague cercano al volante de inercia.

**Figura 4.13** Sensor CKP**Conector****Figura 4.14** Conector sensor CKP [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor CKP y la ECU.

TABLA IX CONEXIÓN SENSOR CKP A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	Y/R	54	Señal HI
2	B/Y	85	Señal LOW
3	BW	25	Masa blindada del sensor

Diagrama eléctrico

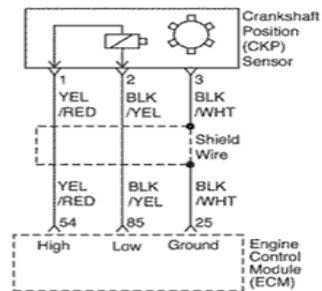


Figura 4.15 Diagrama eléctrico sensor CKP [8]

4.2.1.5 Sensor CMP

Nombre: Sensor de la posición del árbol de levas.

Ubicación: Este sensor se encuentra instalado en el cabezote del motor, frente al extremo posterior del árbol de levas.



Figura 4.16 Sensor CMP

Conector

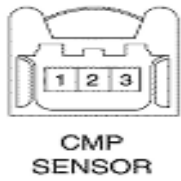


Figura 4.17 Conector sensor CMP [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor CMP y la ECU.

TABLA X CONEXIÓN SENSOR CMP A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	Br/R	22	Señal del sensor
2	Br/Y	17	Masa del sensor
3	Or/B	66	Alimentación del sensor (12V)

Diagrama eléctrico

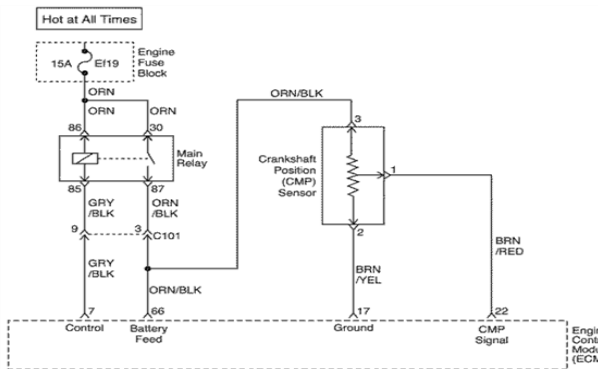


Figura 4.18 Diagrama eléctrico sensor CMP [8]

4.2.1.6 Sensor KS

Nombre: Sensor de detonación.

Ubicación: Este sensor está situado en el bloque del motor, en la parte posterior.

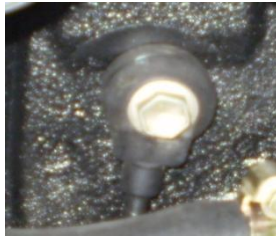


Figura 4.19 Sensor KS

Conector

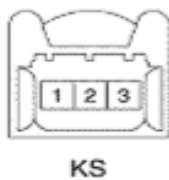


Figura 4.20 Conector sensor KS [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor KS y la ECU.

TABLA XI CONEXIÓN SENSOR KS A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	L/Gr	42	Señal del sensor
2	Or/B	12	Masa del sensor
3	BW	11	Blindaje masa electrónica

Diagrama eléctrico

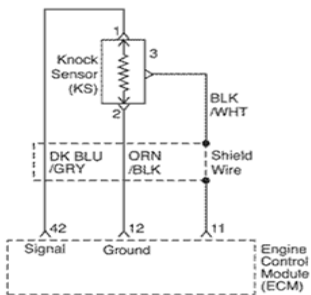


Figura 4.21 Diagrama eléctrico sensor KS [8]

4.2.1.7 Sensor O₂ (con calefactor)

Nombre: Sensor de oxígeno en gases de escape con resistencia calefactora incorporada.

Ubicación: Este sensor está situado en el sistema de escape, luego del múltiple.



Figura 4.22 Sensor O₂

Conector

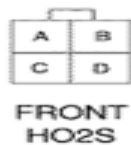


Figura 4.23 Conector sensor O₂ [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al sensor O₂ y la ECU.

TABLA XII CONEXIÓN SENSOR O₂ A LA ECU [8]

Pines del sensor	Color de cable	Pin ECU	Descripción
A	Or/B		Alimentación resistencia calefactora(12V)
B	P	44	Señal del sensor
C	Br/G	35	Masa del sensor
D	Or/B	13	Masa resistencia calefactora

Diagrama eléctrico

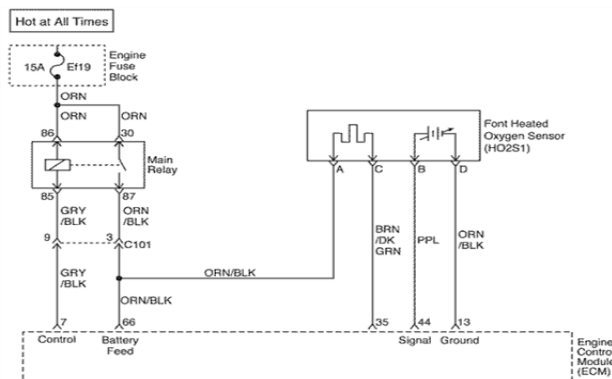


Figura 4.24 Diagrama eléctrico sensor O₂ [8]

4.2.1.8 Sensor MTIA

Nombre: Actuador principal de aceleración en ralentí, en el cual incorpora un sensor TPS.

Ubicación: Este sensor está situado en la mariposa del cuerpo de aceleración.



Figura 4.25 Sensor MTIA

Conector

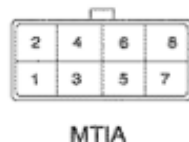


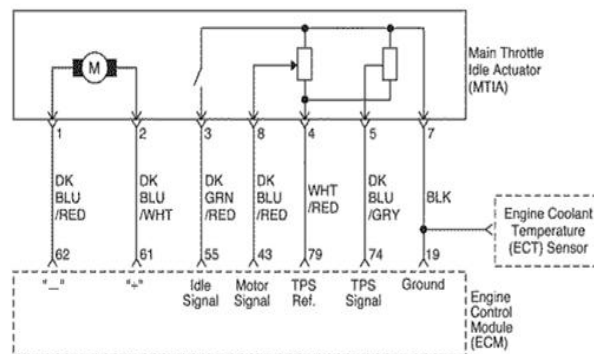
Figura 4.26 Conector sensor MTIA [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde al actuador MTIA y la ECU.

TABLA XIII CONEXIÓN SENSOR MTIA A LA ECU [8]

Pines del MTIA	Color de cable	Pin ECU	Descripción
1	L/R	62	Masa del motor
2	L/W	61	Alimentación del motor
3	GR	55	Señal de ralentí
4	W/R	79	Voltaje de alimentación TPS (5V)
5	L/Gr	74	Señal del sensor TPS
6	-	-	-
7	B	19	Masa del sensor TPS
8	L/R	43	Señal del actuador de ralentí

Diagrama eléctrico

**Figura 4.27** Diagrama eléctrico del sensor MTIA [8]

4.2.2 Actuadores

4.2.2.1 Bomba de combustible

Ubicación: La bomba de combustible se encuentra sumergida dentro del tanque de combustible.

**Figura 4.28** Bomba de combustible



Figura 4.31 Inyector

Conector



Figura 4.32 Conector inyector [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde a los inyectores y la ECU.

TABLA XV CONEXIÓN INYECTORES A LA ECU [8]

Inyector	Pines inyectores	Color del cable	Pines ECU	Descripción
1	1	R/Y	59	Control del inyector
	2	Or/B		Alimentación (Señal ignición)
2	1	L/R	90	Control del inyector
	2	Or/B		Alimentación (Señal ignición)
3	1	G/R	60	Control del inyector
	2	Or/B		Alimentación (Señal ignición)
4	1	Br	89	Control del inyector
	2	Or/B		Alimentación (Señal ignición)

Diagrama eléctrico

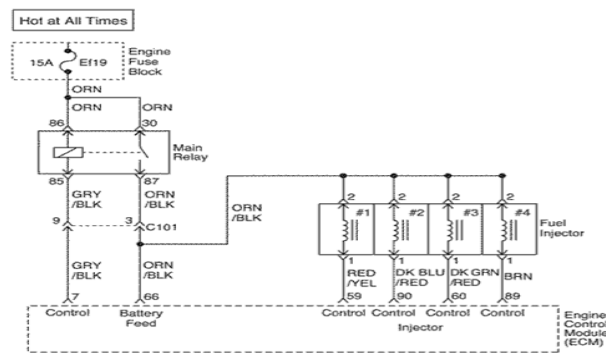


Figura 4.33 Diagrama eléctrico inyectores [8]

4.2.2.3 Bobina de encendido

Ubicación: La bobina de encendido se encuentra ubicada en la tapa de válvulas del motor.



Figura 4.34 Bobina de encendido

Conector



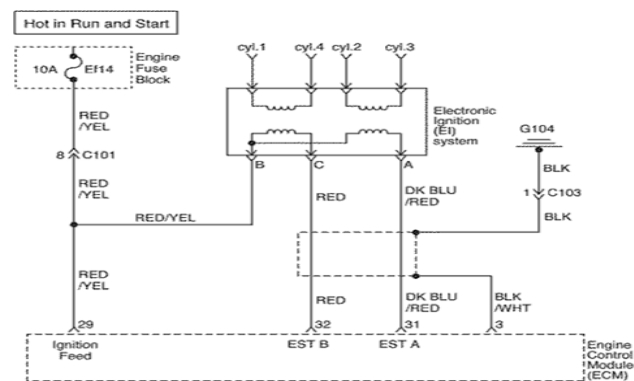
Figura 4.35 Conector bobina de encendido [8]

La siguiente tabla muestra las conexiones entre los pines que corresponde a la bobina de encendido y la ECU.

TABLA XVI CONEXIÓN BOBINA DE ENCENDIDO A LA ECU [8]

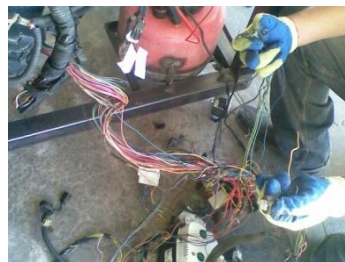
Pines bobina	Color del cable	Pines ECU	Descripción
A	L/R	31	Modulo de bobina A (Cilindro # 2 y 3)
B	R/Y	29	Señal ignición
C	R	32	Modulo de bobina B (Cilindro # 1 y 4)

Diagrama eléctrico:

**Figura 4.36 Diagrama eléctrico bobinas de encendido [8]**

4.3 Comprobación de conexiones de sensores y actuadores hacia la ECU

Una vez concluida la conexión de sensores y actuadores del motor, se procedió a instalar un cableado específico solo para el funcionamiento de los mismos, esto se consiguió separando el cableado indicado, del mazo de cables general que incorporaba el vehículo.

**Figura 4.37 Instalación cableado principal**

Al ejecutar esta acción, se mantuvo las especificaciones indicadas por el fabricante, en cuanto al tipo de cable usado, así como el código de colores adecuado.

La comprobación de la conexión de sensores y actuadores hacia la ECU, se la realizó en primera instancia de forma visual, para descartar cualquier fallo en la instalación, posteriormente, y en base a los diagramas de inyección electrónica incluidos en el manual del fabricante del motor, con un Multímetro se comprobó continuidad entre los pines.

4.4 Construcción e instalación de un sistema para creación de averías

Se consideró necesario incorporar un sistema de creación de averías en este banco didáctico, de tal manera que sea posible evidenciar fallas reales ocurridas en motores de inyección electrónica, y con ello contribuir a la formación profesional de los estudiantes. El proceso para crear averías, consiste en la interrupción de señales de los siguientes sensores:

- CKP
- CMP
- ECT
- IAT
- MAP
- O2
- KS
- MTIA

Estas interrupciones de señales, serán comandadas desde una PC, la misma que mediante conexión USB, permitirá enviar datos hacia un microcontrolador, el mismo que previamente ha sido programado para el efecto, de tal forma, que en los pines de salida habilitados, exis-

ta un uno o un cero lógico (0-5V) de acuerdo al requerimiento, pues un transistor, colocado después del microcontrolador, recibirá este voltaje en su base, y por su principio de funcionamiento este se comportará como un interruptor, comandando así el paso de corriente, entre su emisor y colector.

Para interrumpir la señal proveniente de un sensor, se cortó el cable que la traslada hacia la ECU, de manera que, el cable proveniente del sensor se conectó al terminal común de un relé de contactos normalmente cerrados, mientras que el cable proveniente de la ECU, se conectó al pin del contacto NC del relé, esto permite que el motor pueda operar sin la necesidad de conectar la PC con el microcontrolador, es decir, pueda operar de forma independiente cuando no esté en funcionamiento el sistema de simulación de averías, en cuanto a los pines restantes del relé; el contacto 85 se conectó al positivo de la batería de 12 V del banco didáctico.

El pin 86 del relé de contactos normalmente cerrados, que corresponde al negativo de la bobina del mismo, se conectó al colector del transistor, de esta forma, el transistor que es de configuración NPN, tiene su emisor conectado hacia el negativo de la batería de 12 V, y dependiendo del voltaje enviado por el microcontrolador, sea 5 o 0 V (1/0 lógico), según el requerimiento del usuario, este se polarizará y permitirá el paso de corriente entre emisor y colector, en consecuencia, la corriente del negativo de la batería, fluirá por el transistor hacia el pin 86 del relé, lo cual hará que éste se accione, y cambie de posición, creándose inmediatamente una avería, al interrumpir la señal que el sensor envía a la ECU.

Se utilizó un relé para cada sensor, todo lo descrito anteriormente, se visualiza en la siguiente figura explicativa.

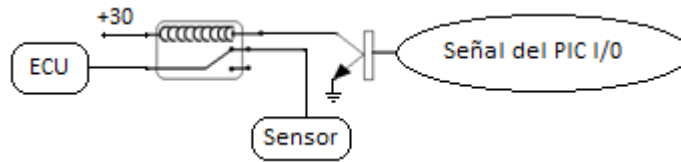


Figura 4.38 Conexión de relés y transistores

El microcontrolador utilizado en este proyecto es un PIC 18F2550 de MICROCHIP, en este se ha grabado el programa que se lo realizó en el software MICROCODE, este programa grabado en el PIC tiene la finalidad de permitir al mismo procesar la información enviada desde la PC hasta el PIC, para obtener en los pines de salida habilitados, un uno o un cero lógico, según el requerimiento del usuario del sistema de creación de averías, la conexión entre el microcontrolador y la PC se la realiza mediante cable USB, por otra parte se ha utilizado el programa LABVIEW 9.0, en el cual se ha diseñado un software que permite al estudiante o usuario, mediante un tablero virtual de interruptores, crear fallas, al impedir la comunicación entre sensor y ECU.

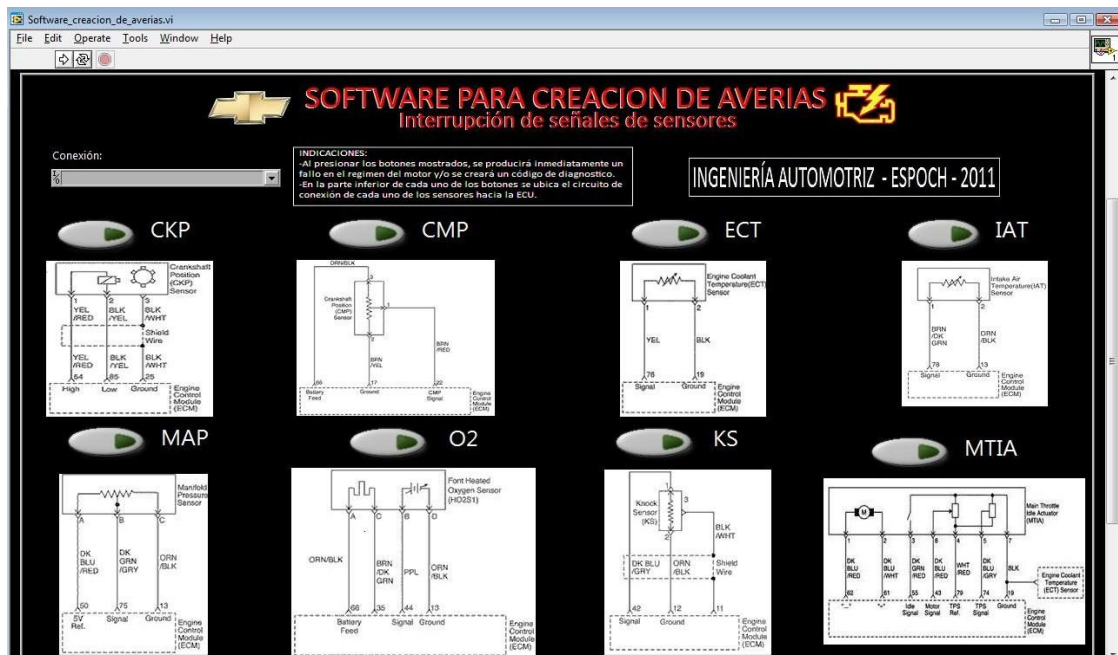


Figura 4.39 Visualización del software para creación de averías

Al abrir la ventana de dicho software; se muestra el circuito de conexión de cada uno de los sensores con respecto a la ECU, la información mostrada en estos gráficos, serán de gran utilidad como una guía en el aprendizaje de los estudiantes, adicionalmente en esta ventana se muestra un texto en el cual constan las indicaciones requeridas para el uso del software.

En el programa LABVIEW 9.0 luego del diseño y pruebas del software creado, se procedió a la creación de un archivo ejecutable, el mismo que permite el uso del software para creación de averías, en cualquier PC, independientemente de que esta tenga instalado el programa LABVIEW.

Finalmente se grabó en un CD de datos, todos los archivos necesarios para la instalación del software; estos archivos son los siguientes:

- Programa ejecutable
- Instalador del driver (necesario para el reconocimiento del microcontrolador)
- Instrucciones y requerimientos para la instalación y uso del software

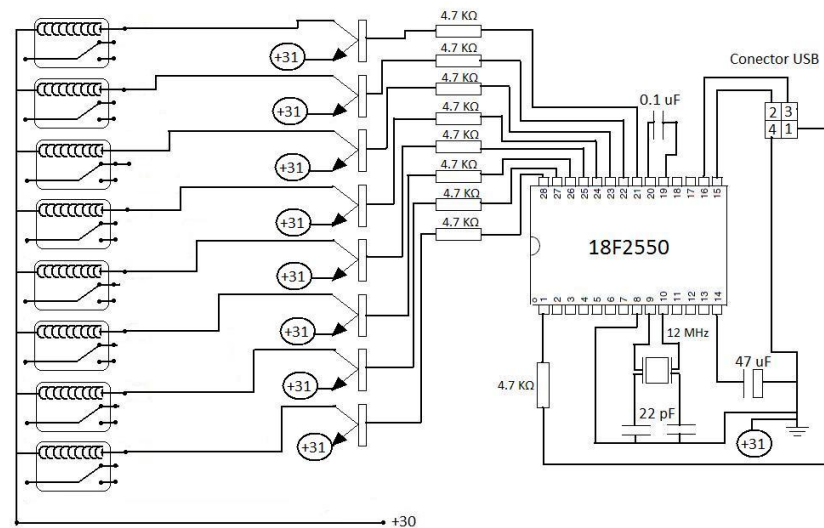
4.4.1 Elaboración del circuito para creación de averías

Previo a la elaboración del circuito, se procedió a realizar la simulación correspondiente en el software PROTEUS, paralelamente con el programa LabVIEW 9.0, una vez que virtualmente se verificó su correcto funcionamiento se procedió a diseñar el circuito para posteriormente imprimirlo, y así poder fabricar la placa impresa, para instalar los componentes electrónicos necesarios para permitir la comunicación entre la PC y el microcontrolador, así como también la creación de fallos, los elementos electrónicos utilizados en la construcción de este circuito se describen a continuación:

TABLA XVII ELEMENTOS ELECTRONICOS UTILIZADOS EN EL CIRCUITO

Elemento:	Cantidad:	Característica:
Microcontrolador	1	18F2550-Microchip
Condensador cerámico	2	22 pF
Resistencia	9	4.7 K Ω
Condensador electrolítico	1	47uF a 16V
Oscilador	1	12 MHz
Transistor	8	BD135-NPN
Conector USB	1	Tipo B
Condensador cerámico	1	0.1 uF
Relé	8	12V a 10A

El diseño final del circuito utilizado para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto se lo puede apreciar en la siguiente figura:

**Figura 4.40** Diagrama circuito de creación de averías

Una vez finalizada la elaboración de este circuito, se lo instaló estratégicamente en el tablero de instrumentos, en su parte interna, de esta manera, el circuito está ubicado correctamente, distanciado de posibles fuentes de alta temperatura, derrames, o algún tipo de daño, finalmente se instaló el cable que permite conectar el sistema de creación de averías, con la PC vía USB, este cable, está ubicado en el tablero de instrumentos.

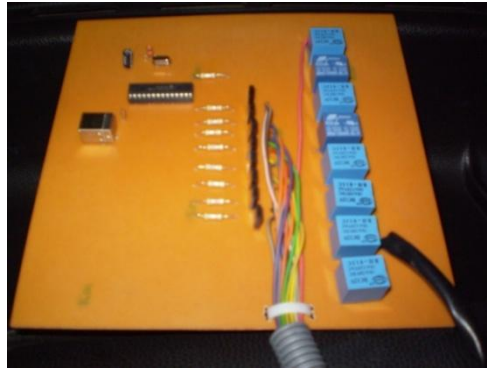


Figura 4.41 Circuito de creación de averías

CAPÍTULO V

5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS Y/O PRUEBAS DE LABORATORIO Y

NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL EQUIPO

5.1 Identificación de los componentes y conocimiento de sus propiedades de operación y parámetros

Para el correcto uso de este banco didáctico, es fundamental conocer la operación de todos los elementos claves para su funcionamiento, así también leer todas las instrucciones de seguridad. Consulte el ítem **Atención** en las próximas secciones, en éste se describirán distintas acciones referentes a la seguridad del estudiante u operario, así como del equipo.

Se inicia haciendo una breve descripción de la distribución de los componentes en el banco didáctico.

El conjunto motor: forman parte del mismo, el motor de combustión interna, radiador, sistema de admisión y escape, batería, tanque de combustible, y reservorio de refrigerante.

Panel de instrumentos, y circuito para creación de fallas: Este conjunto se ubica en la parte posterior del banco didáctico, forman parte del mismo: el tablero de instrumentos, y el circuito que nos permite la creación de fallas desde una PC.

5.1.1 Nivel de líquido refrigerante

Antes de poner en marcha el motor, se debe revisar que el nivel de líquido refrigerante sea el adecuado, de no ser así, se colocará una mezcla de agua y líquido protector para radiador en la razón del 50%.

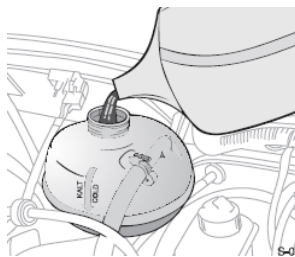


Figura 5.1 Verificación nivel de refrigerante

El líquido protector para radiador está constituido a base de glicol etileno que es un aditivo "long-life" con propiedades anticorrosivas y que protege contra la congelación y ebullición del sistema, es por ello que se recomienda su utilización, con la finalidad de alargar la vida útil del motor de este banco didáctico.

Atención:

El sistema de refrigeración del motor está bajo presión. Nunca abra la tapa del reservorio del refrigerante con el motor caliente.

5.1.2 Nivel de aceite

El nivel de aceite se debe inspeccionar con el motor ubicado en una superficie plana y lógicamente apagado, esto se lo realizará a la temperatura de funcionamiento, se debe esperar 2 minutos, luego de apagarlo, este tiempo es necesario para que el aceite que circula por el motor, baje hacia el cárter; para verificar el nivel, levante la varilla del aceite y sáque-la, límpiela completamente e insértela, sáque-la y verifique el nivel de aceite, que debe quedar entre las marcas MAX y MIN de la varilla.

Añada aceite solamente si el nivel alcanza la marca MIN de la varilla o si estuviese abajo de la misma, el nivel de aceite no deberá quedar por encima de la marca MAX de la varilla. Si eso ocurre, habrá, por ejemplo, un aumento del consumo de aceite o aislamiento de las bujías y la formación de depósitos de carbón.

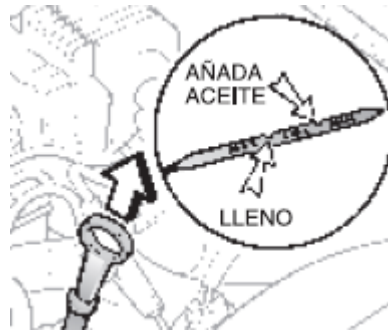


Figura 5.2 Verificación nivel de aceite

Los cambios de aceite se deben efectuar según los intervalos de tiempo que posteriormente se indica, pues los aceites pierden sus propiedades de lubricación no solamente a consecuencia de trabajo del motor sino también por envejecimiento.

Los tipos de aceite que se podrán utilizar son los de clasificación API-SJ o superior y de viscosidad:

- SAE 15W40
- SAE 15W50
- SAE 20W40
- SAE 20W50

Atención:

Utilice únicamente el tipo de aceite especificado en este manual, además, no mezcle aceites de distinta viscosidad, para realizar un correcto cambio de aceite, drenar todo el aceite con el motor caliente, y reemplazar el filtro obligadamente.

5.1.3 Llenado del tanque de combustible

Se recomienda efectuar el llenado antes de que la aguja indicadora de combustible alcance el extremo izquierdo de la escala, es decir, antes de que el nivel sea demasiado bajo, cuando esto ocurre, se encenderá la lámpara testigo en el tablero, que alertará el bajo nivel de combustible existente en el tanque.

Para llenarlo, haga lo siguiente:

- Apague el motor y abra la tapa de acceso al sitio de llenar girándola en sentido anti-horario.
- Con la ayuda de un embudo, y cuidadosamente llene el tanque de gasolina.
- Una vez realizado esto, constate, que no haya existido combustible derramado, de ser así, limpie inmediatamente, y gire la tapa en sentido horario, para cerrarla.



Figura 5.3 Llenado tanque de combustible

Atención:

Se recomienda el uso de combustible sin plomo, y de un octanaje adecuado para las condiciones en las que trabajara el motor de este banco didáctico, use gasolina “súper”.

5.1.4 Batería

Desconexión del cable de la batería:

- Todos los interruptores deben estar en la posición "OFF" (APAGADO).
- Desconecte el cable a tierra de la batería.
- Desconecte el cable del positivo de la batería.

Para la conexión de la batería, siga el proceso de desconexión en sentido inverso, colocando de forma adecuada los bornes, de manera que no queden flojos.

Atención:

- Es importante que se desconecte primero el cable a tierra de la batería. Desconectar primero el cable del positivo de la batería puede provocar un cortocircuito.
- Limpie los terminales de la batería y aplique una capa fina de grasa para evitar que se oxide.
- Chequee regularmente el nivel de electrolito de la batería, si amerita completarlo, hacerlo con agua destilada con la ayuda de un embudo hasta alcanzar el nivel adecuado.
- Para evitar averías en los componentes electrónicos del sistema, no se debe desconectar la batería con el motor operando.
- Al conectar la batería tenga cuidado de no invertir la posición de los cables, esto sería fatal para el sistema de inyección electrónica, particularmente para la ECU.



Figura 5.4 Llenado de electrolito de la batería

5.1.5 Componentes electrónicos

Este banco didáctico incorpora un motor de inyección electrónica multipunto, el mismo que para su funcionamiento requiere de una variedad de sensores, y actuadores, así como de la ECU, y su conexión a los anteriores, por medio de cableado.

A continuación se establece, varias recomendaciones para proceder ya sea a realizar prácticas dentro del laboratorio, o a dar mantenimiento.

5.1.5.1 Manejo de los conectores

Algunos conectores cuentan con un seguro para mantenerlos unidos mientras el motor se encuentra en funcionamiento, algunos de estos seguros se destraban tirando de ellos hacia usted. Otros se destraban presionándolos hacia adelante, como se puede apreciar en la Figura 5.5. Identifique que tipo de seguro se encuentra sobre el conector con el que está trabajando.

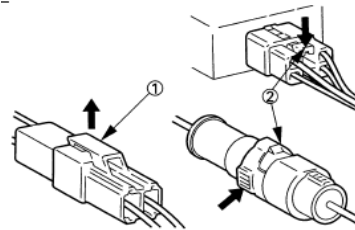


Figura 5.5 Manipulación correcta de conectores [8]

Sostenga firmemente ambos lados (macho y hembra) del conector, destrabe el seguro y separe cuidadosamente las dos partes del conector. Nunca tire de los cables para separar los conectores, esto romperá el cable.

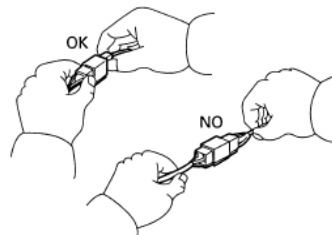


Figura 5.6 Manipulación incorrecta de conectores [8]

Para la conexión de los conectores, sostenga firmemente ambos lados (macho y hembra) del conector, asegúrese de que los pines del conector y los orificios coincidan, asegúrese de que ambos lados del conector se encuentren alineados entre sí, firme y cuidadosamente una ambos lados del conector.

Atención:

- Al reemplazar un fusible, este debe tener el mismo amperaje que el original.
- Nunca reemplace un fusible quemado con uno de distinto amperaje, esto puede provocar un incendio u otro tipo de daños en el circuito.
- Sea cuidadoso con el manejo de las piezas. Ninguna debe caerse ni arrojarse ya que puede provocar un cortocircuito o mal funcionamiento.
- Cuando ensamble las piezas tenga cuidado de no rasgar o cortar el cableado.
- Todas las conexiones eléctricas se deben mantener limpias y ajustadas.

5.1.6 Tablero de instrumentos

El tablero de instrumentos, que incorpora este banco didáctico, incluye varios elementos, de los cuales se indica su ubicación en la siguiente figura:



Figura 5.7 Tablero de instrumentos

1. Tacómetro
2. Indicador de nivel de combustible

3. Luces testigo de: Check Engine, aceite, combustible, batería, temperatura.
4. Acelerador
5. Interruptor de encendido
6. Conector de diagnóstico OBD-II
7. Cable USB para la conexión del sistema de creación de averías

Se recomienda verificar constantemente el panel de instrumentos del motor, en especial verificar las luces testigo, que son las encargadas de comunicar al estudiante u operario de alguna falla existente, en la siguiente Figura 5.8. Se describe las luces testigo que incluye este panel de instrumentos.



Figura 5.8 Luces testigo del tablero de instrumentos [8]

5.1.7 Información general del motor

En la siguiente tabla se detalla las características técnicas del motor de este banco didáctico:

TABLA XVIII INFORMACION GENERAL DEL MOTOR [8]

CARACTERISTICA	DATO
Fabricante	CHEVROLET
Versión	B10S / Siemens Sirius D4
Cilindrada	995 cm3
Número de cilindros	4
Combustible	Gasolina
Formación de la mezcla	MPFI (Inyección electrónica multipunto)

Relación de compresión	9.3 : 1
Potencia máxima CV@RPM	65@5400
RPM en ralentí	850
Número de válvulas	8
Tipo de árbol de levas	SOHC
Tipo de bujía/luz de los electrodos	NGK BPR6EY / 0.8 – 0.9 mm
Sistema de encendido	Tipo DIS
Orden de encendido	1-3-4-2

5.1.8 Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios

A continuación se detalla los mantenimientos que se debe realizar al motor de este banco didáctico, por ser un motor que operara estacionariamente, se tomará en cuenta las horas de funcionamiento del mismo, las mismas que serán contabilizadas por el encargado del laboratorio de motores.

TABLA XIX PLAN DE MATENIMIENTO DEL MOTOR

SERVICIOS A EFECTUARSE	Diariamente	250 h	500 h	1000 h
Verificar nivel de aceite	•			
Verificar nivel de líquido refrigerante	•			
Verificar posibles fugas de aceite y/o refrigerante	•			
Verificar electrolito de la batería		•		
Verificar conexiones eléctricas		•		
Cambiar aceite y filtro			•	
Cambiar filtro de combustible			•	
Cambio filtro de aire			•	
Lavado de inyectores y cambio de pre-filtros			•	
Calibración de bujías			•	

Verificar banda de distribución y alternador				•
Cambio de líquido refrigerante				•
Drenar y limpiar tanque de combustible				•

Atención:

Independientemente de los intervalos de tiempo indicados en esta tabla, el aceite lubricante debe ser reemplazado a más tardar cada 6 meses.

5.1.9 Operación del motor

Antes de arrancar el motor de este banco didáctico, verificar:

- Nivel de líquido refrigerante
- Nivel de lubricante
- Nivel de combustible
- No exista herramientas o similares sobre el mismo

Después de arrancar el motor, calentarlo en ralentí, sin carga, no acelere el motor para arrancarlo. Observar el panel de instrumentos, para advertir alguna novedad.

Si el motor no arranca inmediatamente, no debe forzarlo, se recomienda inspeccionar cual es la razón que produce esa falla para poder solucionarla, y así arrancar el motor.

Atención:

Direccionar la manguera de desfogue del sistema de escape, hacia un lugar abierto, fuera del laboratorio, porque los gases de escape producto de la combustión ocasionada en el motor, son altamente nocivos para el ser humano.

5.2 Ejecución de mediciones típicas, e interpretación de los resultados obtenidos

Para facilitar la realización de prácticas, se ha diseñado guías de laboratorio de inyección electrónica, mediante las cuales los estudiantes, realizaran distintos tipos de mediciones, y comprobaciones haciendo uso de las herramientas de diagnóstico que hoy en día provee la tecnología, con la finalidad de fortalecer su capacitación.

5.2.1 Equipos para diagnóstico de fallos

El motor de este banco didáctico, incorpora un sistema de inyección electrónica multipunto, con sistema de diagnóstico OBD-II, como se sabe; este sistema ha sido incorporado en todos los vehículos fabricados a partir de 1996, como respuesta a las regulaciones impuestas, por los estamentos encargados de la protección del medio ambiente.

Como conclusión: un sistema OBD-II estandariza y facilita la forma de leer los códigos de falla, almacenados en la ECU, pero es el técnico, el encargado de dar un diagnóstico correcto en base a los datos obtenidos, mediante las herramientas de diagnóstico.

Los equipos de diagnóstico, que serán utilizados en las distintas prácticas, son los siguientes:

- Scanner
- Osciloscopio
- Multímetro automotriz
- Analizador de polaridad

5.2.2 Medición de señales de sensores

Para realizar un diagnóstico correcto, es primordial conocer los voltajes o señales, que los sensores continuamente envían hacia la ECU, en la siguiente tabla se muestra detalladamen-

te estos valores, así como también entre qué puntos exactamente fueron tomados y el régimen del motor en ese instante.

TABLA XX MEDICION SEÑALES DE LOS SENSORES

SENSOR:	DESDE:	A:	ESTADO:	VALOR/IMAGEN:
MTIA	79	Batt (-)	Encendido conectado	5 V
MTIA	19	Batt (-)	Encendido conectado	0 V
MTIA	62	Batt (-)	Ralentí	Figura 5.9
MTIA	61	Batt (-)	Ralentí	Figura 5.9
MTIA	43	Batt (-)	Encendido conectado, válvula de estrangulación cerrada	2.6 – 2.9 V
MTIA	55	Batt (-)	Encendido conectado, válvula de estrangulación cerrada	0 V
MTIA	74	Batt (-)	Encendido conectado, válvula de estrangulación cerrada	3.8 – 4.2 V
MTIA	74	Batt (-)	Encendido conectado, válvula de estrangulación abierta totalmente	0.4 – 0.7 V
MTIA	55	Batt (-)	Encendido conectado, válvula de estrangulación abierta ligeramente	5 V
CKP	85	54	Regimen motor de arranque	Figura 5.10
CMP	17	Batt (-)	Encendido conectado	0 V
CMP	22	Batt (-)	Regimen motor de arranque	Figura 5.11
MAP	13	Batt (-)	Encendido conectado	0 V
MAP	50	Batt (-)	Encendido conectado	5V
MAP	75	Batt (-)	Ralentí	1.1 – 1.4 V
MAP	75	Batt (-)	Ralentí, aumentar régimen	3.8 – 4.2 V / Figura 5.12
KS	12	Batt (-)	Ralentí	0 V
KS	11	Batt (-)	Ralentí	0 V

KS	42	Batt (-)	Ralentí, aumentar régimen	Figura 5.13
IAT	13	Batt (-)	Encendido conectado	0 V
IAT	78	Batt (-)	Encendido conectado, temperatura aire 10 C	3.9 V
IAT	78	Batt (-)	Encendido conectado, temperatura aire 40 C	2.5 V
ECT	19	Batt (-)	Encendido conectado	0 V
ECT	76	Batt (-)	Encendido conectado, 20 C	3.6 V
ECT	76	Batt (-)	Encendido conectado, 80 C	1.4
O2	44	Batt (-)	Ralentí, caliente	0.1 - 0.9 V/ Figura 5.14

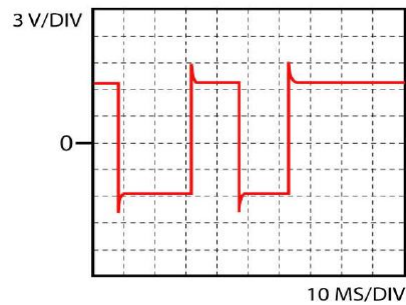


Figura 5.9 Forma de onda sensor MTIA [8]

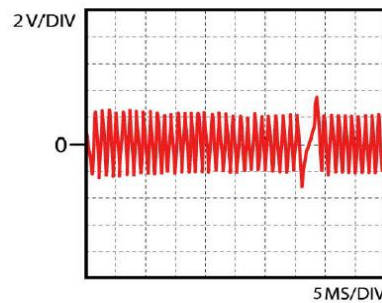


Figura 5.10 Forma de onda sensor CKP [8]

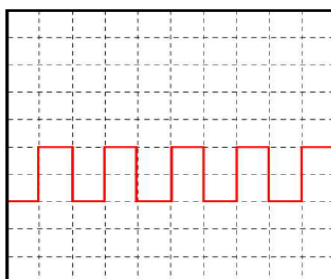


Figura 5.11 Forma de onda sensor CMP [8]

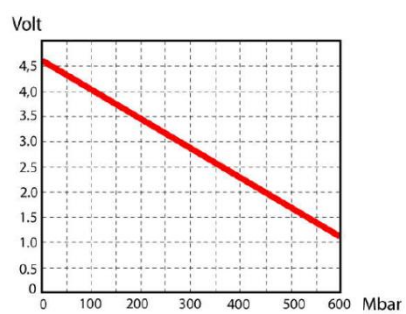


Figura 5.12 Forma de onda sensor MAP [8]

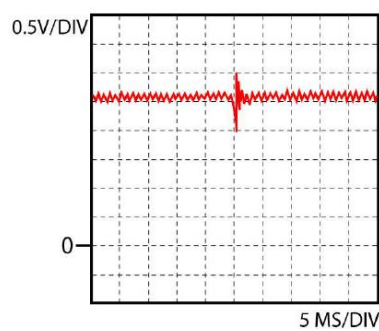


Figura 5.13 Forma de onda sensor KS [8]

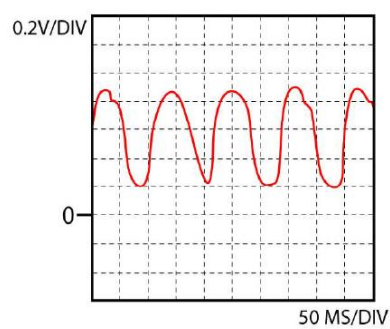


Figura 5.14 Forma de onda sensor O₂ [8]

5.2.3 Medición de señales de actuadores

En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos de las mediciones de voltajes, que la ECU, envía hacia cada uno de los actuadores del motor.

TABLA XXI MEDICION SEÑALES DE LOS ACTUADORES

ACTUADOR:	DESDE:	A:	ESTADO:	VALOR/IMAGEN:
Relé principal	7	Batt (-)	Encendido conectado	0 – 1 V
Relé principal	66	Batt (-)	Encendido conectado	11 – 14 V
Relé principal	7	Batt (-)	Encendido desconectado	11 – 14 V
Relé bomba	6	Batt (-)	Encendido conectado	0 – 1 V
Bobina DIS	32	Batt (-)	Ralentí	Figura 5.15
Bobina DIS	31	Batt (-)	Ralentí	Figura 5.15
Inyector # 1	59	Batt (-)	Encendido conectado	11 – 14 V
Inyector # 1	59	Batt (-)	Ralentí, caliente	2.5 – 3.5 ms/ Figura 5.16
Inyector # 2	90	Batt (-)	Encendido conectado	11 – 14 V
Inyector # 2	90	Batt (-)	Ralentí, caliente	2.5 – 3.5 ms/ Figura 5.16
Inyector # 3	60	Batt (-)	Encendido conectado	11 – 14 V
Inyector # 3	60	Batt (-)	Ralentí, caliente	2.5 – 3.5 ms/ Figura 5.16
Inyector # 4	89	Batt (-)	Encendido conectado	11 – 14 V
Inyector # 4	89	Batt (-)	Ralentí, caliente	2.5 – 3.5 ms/ Figura 5.16

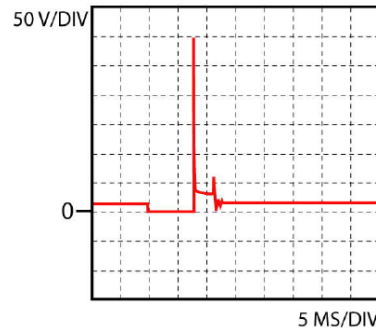


Figura 5.15 Forma de onda bobina [8]

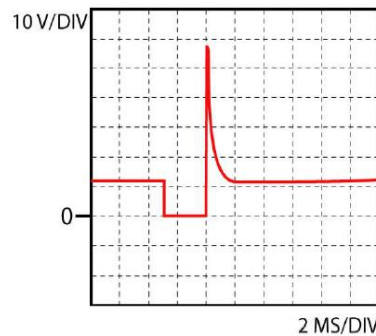


Figura 5.16 Forma de onda inyector [8]

5.3 Conocimiento y aplicación de estrategias auténticas de diagnóstico

Este banco didáctico, mediante su sistema de creación de fallas, permite a los estudiantes, obtener un eficaz entrenamiento, para su futura vida profesional, esto se logra al relacionar los conocimientos adquiridos en el aula, con los conocimientos técnicos-prácticos, que serán el complemento ideal en su preparación.

Una práctica común, que será posible realizar en este banco didáctico, será la creación de averías, por parte del profesor a cargo en ese instante, es así que los estudiantes, valiéndose de todos los equipos necesarios, tendrán que dar un diagnóstico adecuado, en base a los datos obtenidos en dichas mediciones, y de esta forma llegar a establecer cuáles son los parámetros que hacen que el motor falle en su régimen de funcionamiento.

Se ha diseñado una guía de laboratorio específica, para que se adecue a este tipo de práctica, en primer lugar aquí el estudiante podrá describir el régimen de funcionamiento del motor, cuando se manifieste una falla, a continuación, se anotará los valores de las mediciones realizadas, y finalmente, el estudiante, establecerá un diagnóstico.

5.3.1 Utilización del sistema de creación de averías

Para proceder a utilizar el banco didáctico en la modalidad de creación de fallas o averías, en primer lugar hay que disponer de una computadora, en la cual se deberá instalar el software que se realizó para el efecto, esto se lo hace desde un CD de datos que almacena los archivos requeridos para la instalación, en este CD, se incluyó un archivo de texto, en el cual se describe paso a paso el proceso de instalación, así como los requerimientos del sistema.

Luego de instalar el software, es necesario apagar el motor, posterior a ello, se debe conectar el cable USB ubicado en la parte frontal derecha del tablero de instrumentos; con lo cual entra en funcionamiento el circuito encargado de la creación de averías, la PC lo reconocerá de forma automática, y de esa manera está listo ya este sistema para ser utilizado, al abrir la ventana del software creado, se mostrará varios interruptores virtuales, los mismos que al accionarlos, interrumpirán las señales requeridas por la ECU, para la dosificación de la mezcla, es por ende que se verá inmediatamente reflejadas las fallas en el régimen del motor, además de la consecuente creación de un código de falla en la memoria RAM de la ECU, contribuyendo así a la formación y preparación técnica de los estudiantes.

5.4 Normas de seguridad para el correcto uso del banco didáctico dentro del laboratorio de motores

Se recomienda leer atentamente todas las medidas y notas de seguridad antes de realizar cualquier práctica en el banco didáctico.

La siguiente lista presenta las precauciones generales que deben ser seguidas para garantizar su seguridad personal.

- Asegurar que el área de trabajo alrededor del motor esté seca, bien iluminada, ventilada, organizada; sin herramientas y piezas sueltas, fuentes de ignición y sustancias peligrosas. Verificar cuales condiciones peligrosas pueden ocurrir y evitarlas.
- El bastidor sobre el cual está montado el motor, tiene instalado 4 ruedas industriales para facilitar su traslado dentro del laboratorio, estas ruedas incorporan un mecanismo para su inmovilización, antes de realizar una práctica, o un mantenimiento, asegúrese de que se encuentren bloqueadas todas las ruedas.
- Nunca encienda el motor, sin antes, colocar la manguera de desfogue a la salida del sistema de escape, hacia fuera del laboratorio, pues el monóxido de carbono, no obstante sea incoloro e inodoro, es mortal.
- Siempre usar equipamientos de protección individual (gafas, guantes, zapatos de seguridad, etc.) mientras se realice las prácticas, o el mantenimiento.
- Recordar que piezas en movimiento rotativo pueden causar cortes, mutilación y estrangulamiento, específicamente, tenga cuidado de no manipular jamás, el

electro ventilador, pues este es controlado a través de un interruptor termostático. Podría encenderse y girar inesperadamente.

- Use ropa de trabajo adecuada, jamás realice las prácticas utilizando prendas sueltas o con partes que cuelguen, despójese de joyas y reloj mientras esté trabajando, además, en el caso de que tenga el cabello largo, deberá llevarlo recogido con el fin de evitar riesgos.
- Los vapores y líquidos hirvientes provenientes del sistema de refrigeración en ebullición pueden explotar y causar quemaduras graves. Ellos están bajo presión, y si la tapa del reservorio se abriera, aunque sea parcialmente, los vapores podrán ser expulsados a alta velocidad. Nunca quite la tapa mientras el radiador y el sistema de enfriamiento estén calientes. Si hubiera necesidad de quitar la tapa, espere que el motor se enfríe.
- El líquido protector para radiador no se debe mezclar con otros productos, aunque se lo hiciera con otros protectores, el riesgo de reacción entre los aditivos es alto, y esto afectaría el sistema de enfriamiento, la mezcla adecuada para no causar sobre calentamiento es: agua y líquido protector para radiador (aditivo) en la razón del 50%.
- El aditivo usado para el líquido refrigerante; contiene sustancias alcalinas. No dejar entrar en contacto con los ojos, evitar el contacto prolongado o repetitivo con la piel.
- Las mangueras del radiador y otras partes del motor pueden calentarse mucho. No las toque. Al tocarlas usted podría resultar con quemaduras.

- No deje que los residuos de la batería toquen la piel, superficies pintadas o ropa. Si toca los ojos, lávelos inmediatamente con agua en abundancia, y busque ayuda médica urgente, es por ello que se recomienda utilizar el equipo de protección.
- Los sistemas con encendido electrónico tienen potencia muy superior a la de los sistemas convencionales. Por lo tanto, es altamente peligroso ejecutar cualquier servicio con el sistema conectado. Si no considera esta recomendación podría causar un accidente fatal.
- Evitar inhalar vapores, ingerir o mantener contacto prolongado con los fluidos del motor: aceite, refrigerante y combustible.
- Siempre usar herramientas en buenas condiciones, en cada trabajo utilice la herramienta adecuada, empléela para la función para la que fue diseñada, y luego de su utilización, coloque las herramientas en su lugar.
- Por su salud y seguridad, jamás fume, coma o beba en el interior del laboratorio de motores.
- Al realizar prácticas en este banco didáctico lea atentamente la respectiva guía de laboratorio. Siga en todo momento las instrucciones del profesor. Ante cualquier duda, consulte al responsable de la práctica.
- No se pueden realizar experimentos que no estén autorizados por el profesor.
- En caso de emergencia en primer lugar guardar la calma y luego atender en todo momento las instrucciones del profesor a cargo que indicará como proceder.

5.4.1 **Riesgos más frecuentes y medidas preventivas**

A continuación se describe los riesgos que generalmente se puede presentar al trabajar con un motor instalado en un banco didáctico dentro del laboratorio de motores.

Así también se indica las medidas necesarias para su prevención.

- **Quemadura química:** Antes de manipular las baterías de plomo-acido, utilizar camisa de mangas largas, guantes de goma o impermeabilizados, nunca de tela, y gafas de protección.
- **Quemadura por contacto térmico:** No manipular las partes del motor que están expuestas a elevadas temperaturas, esto son mangueras de radiador, y sistema de escape, poner atención a la señalización ubicada.
- **Choque eléctrico:** Evitar derramar líquidos sobre los dispositivos electrónicos, toda anomalía observada en los elementos eléctricos debe ser reparada inmediatamente.
- **Incendio:** No fumar dentro del laboratorio, evitar soldar o realizar tareas parecidas mientras el motor está operando, al llenar el combustible, verificar que no existan derrames.
- **Inhalación de gases de combustión:** Ubicar la cañería de desfogue de los gases de escape fuera del laboratorio de motores.
- **Contacto con fluidos refrigerantes:** Evite el contacto directo con el líquido de enfriamiento, ya que este además de agua está compuesto por sustancias químicas

nocivas para la piel en caso de contacto accidentalmente prolongado, lavarse la parte afectada con abundante agua y jabón neutro.

- **Cortes, mutilaciones, lesiones:** No tocar las aspas del electro-ventilador, ya que este puede girar de forma inesperada, además de ello conserve siempre una prudente distancia de las poleas y correas del motor.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se ha construido un banco didáctico de un motor de inyección electrónica multi-punto, para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.
- Se construyó un sistema de simulación de averías, utilizando tecnología de última generación, además se aplicaron varias herramientas informáticas, de las cuales hoy en día se dispone.
- Se diseñaron guías de laboratorio para la optimización del uso del equipo, en ellas se describe claramente el proceso para la realización de las prácticas por parte de los estudiantes.
- Se creó un manual de uso y seguridad para la utilización de este proyecto dentro del laboratorio de motores, con la finalidad de establecer los parámetros necesarios para salvaguardar la integridad tanto del usuario como del equipo.
- Se obtuvo un diseño altamente eficaz, con una distribución de los elementos adecuada de tal forma que los estudiantes puedan ejecutar las prácticas necesarias, teniendo un fácil y seguro acceso a todos los componentes del banco didáctico.

6.2 Recomendaciones

- Antes de operar este banco didáctico, leer detalladamente el manual de seguridad, ya que en este se describe minuciosamente los parámetros de funcionamiento así como el mantenimiento que se brindará al equipo.

- Para realizar las prácticas, los estudiantes deben seguir el proceso indicado en las guías de laboratorio, jamás se debe experimentar sin la autorización del profesor.
- Debido a que el laboratorio de motores no consta de un sistema adecuado para la extracción de gases, como medida a corto plazo se recomienda que el escape del motor sea conectado directamente hacia el exterior del taller.
- En el futuro, los estudiantes, podrán ampliar las prestaciones de este banco didáctico, mediante la implementación de los distintos sistemas utilizados en los vehículos.
- Brindar un mantenimiento adecuado al equipo, utilizando repuestos, combustibles, lubricantes y refrigerantes de buena calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUEDA, Eduardo. Fundamentos Tecnológicos del Automóvil. España: Thonson, 2002.
Pp. 6-31
- [2] SANTANDER, Jesús. Técnico en Mecánica Electrónica. Colombia: Diseli, 2003. Pp. 4-9
- [3] SANTANDER, Jesús. Mecánica y Electrónica Automotriz. Colombia: Diseli, 2005.
Pp. 34-47
- [4] ALONSO, José. Técnicas del Automóvil, Equipo Eléctrico. España: Thonson, 2004.
Pp. 22-27
- [5] GIL, Hermógenes. Sistemas de Inyección de Gasolina. España: Ceac, 2002. Pp. 41-53
- [6] ALONSO, José. Técnicas del Automóvil - Inyección de Gasolina y Dispositivos
Anticontaminación. España: Thonson, 2002. Pp. 55-68
- [7] OROZCO, José. Diagnóstico y Servicio de Inyección Electrónica, México: Digital
Comunicación, 2006. Pp. 26-29
- [8] CHEVROLET. Manual de Taller Spark 1.0, EEUU, 2006. Pp. 110-156

BIBLIOGRAFÍA

AGUEDA, Eduardo. Fundamentos Tecnológicos del Automóvil. España: Thonson, 2002.

ALONSO, José. Técnicas del Automóvil, Equipo Eléctrico. España: Thonson, 2004.

ALONSO, José. Técnicas del Automóvil, Inyección de Gasolina y Dispositivos
Anticontaminación. España: Thonson, 2002.

CHEVROLET. Manual de Taller Spark 1.0, EEUU, 2006.

CROUSE, William. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. Colombia: Alfaomega, 2001.

GIL, Hermógenes. Circuitos Eléctricos en el Automóvil. España: Ceac, 2002.

GIL, Hermógenes. Sistemas de Inyección de Gasolina. España: Ceac, 2002.

MARTI, Albert. Encendido Electrónico. España: Alfaomega, 1996.

OROZCO, José. Diagnóstico y Servicio de Inyección Electrónica, México: Digital
Comunicación, 2006.

SANTANDER, Jesús. Mecánica y Electrónica Automotriz. Colombia: Diseli, 2005.

SANTANDER, Jesús. Técnico en Mecánica Electrónica. Colombia: Diseli, 2003.